摛藻堂四庫全書薈要

子部

欽定四庫全書薈要

子部

御製歷象考成上編卷八

詳校官主事臣陳木

欽定四庫全書薈要卷一萬七百七十三 子部

御製歷象考成上編卷八

交食歷理三 專論日食

太陽食限

日食三限時刻

黄平象限白平象限之同異

日食三差

求黄平象限及黄道高弧交角并太陽高弧

求白平象限及白道高弧交角并太陰高弧

求東西南北差

求日食食甚用時食甚交周食甚實緯

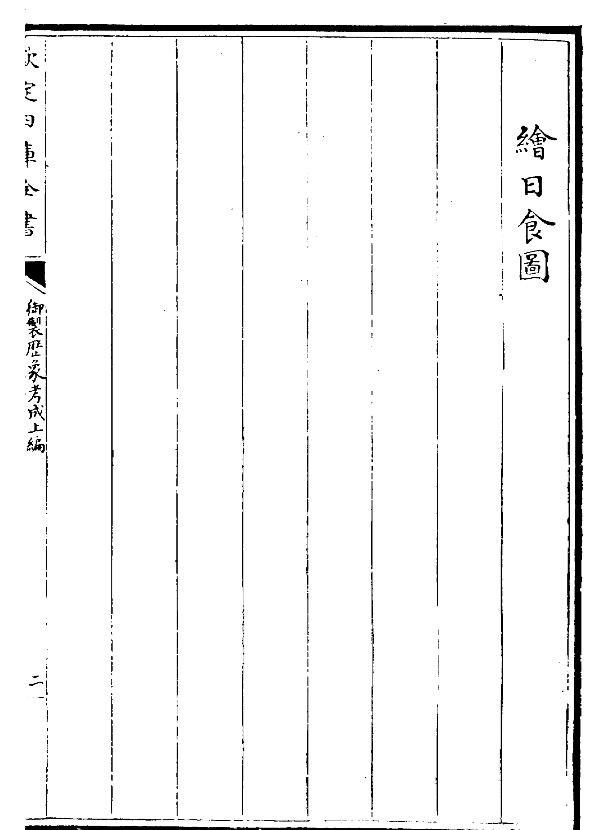
求日食食甚真時及食甚視緯

求日食初虧復圓用時

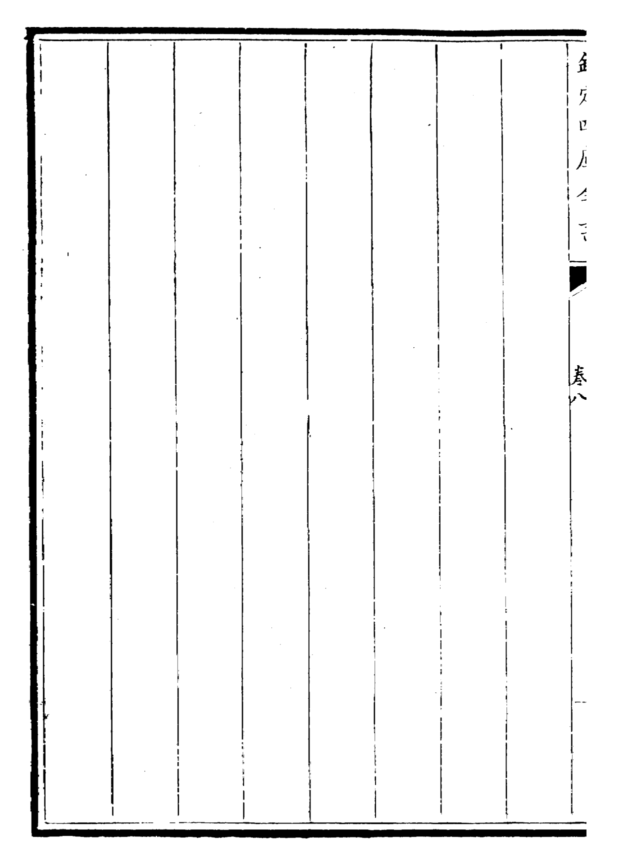
求日食初虧復圓真時

日食分秒

定日食方位



繪日食圖

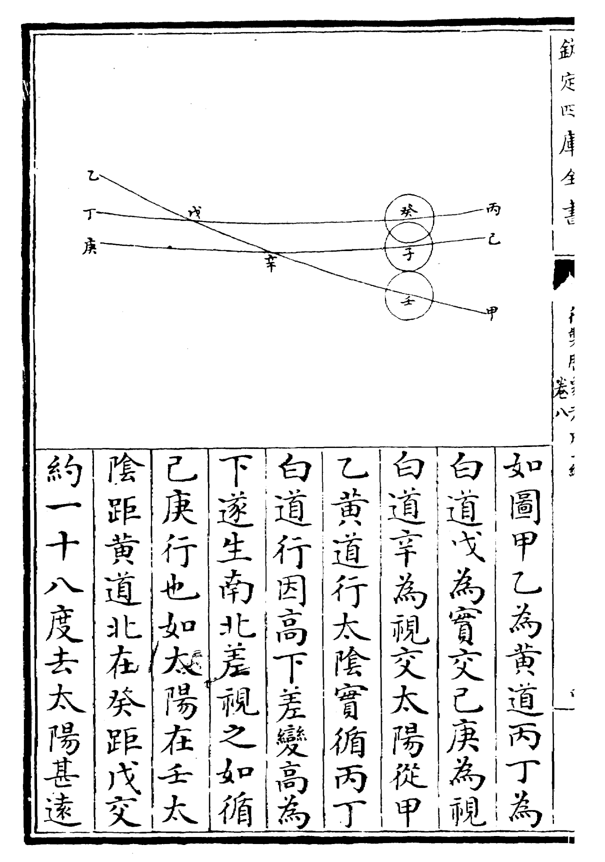


太陽食限

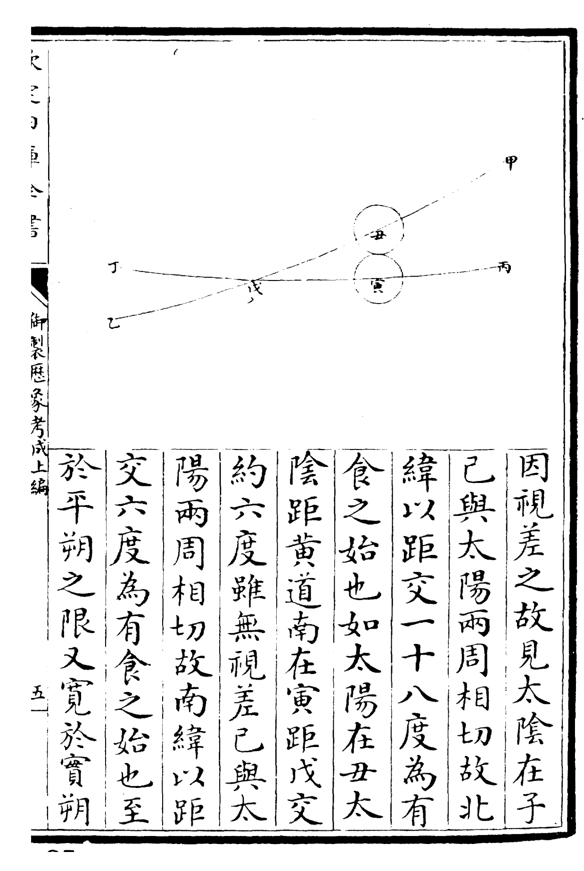
日食之限不同於月食月食惟以太陰地影兩視半徑相併之數當黄白二道之距緯推距交之經度即為食限日食因有南北差其視緯度隨地隨時不同故太陽太陰兩視半徑不能定食限也夫最大之南北差一度零一分太陽最大之視半徑一十五分三十二秒三十微太陰最大之視半徑一十六分五十一秒兩視半徑相併得三十二分二十三秒三十微與南北差一度零一分相加得一度三十三分二十

三秒三十微為視緯度以推距交經度得一十八度一十五分一十三秒為可食之限太陽最小之視半徑一十四分五十九秒三十微太陰最小之視半徑一十五分五十三秒三十微兩視半徑相併得三十分五十三秒與南北差一度零一分相加得一度三十一分五十三秒為視緯度以推距交經度得一十七度五十六分五十六秒為必食之限然在黃道北者必食在黃道南者或食或不食在黃道北者亦非普天之下皆見食但必有見食之地耳葢視差因地

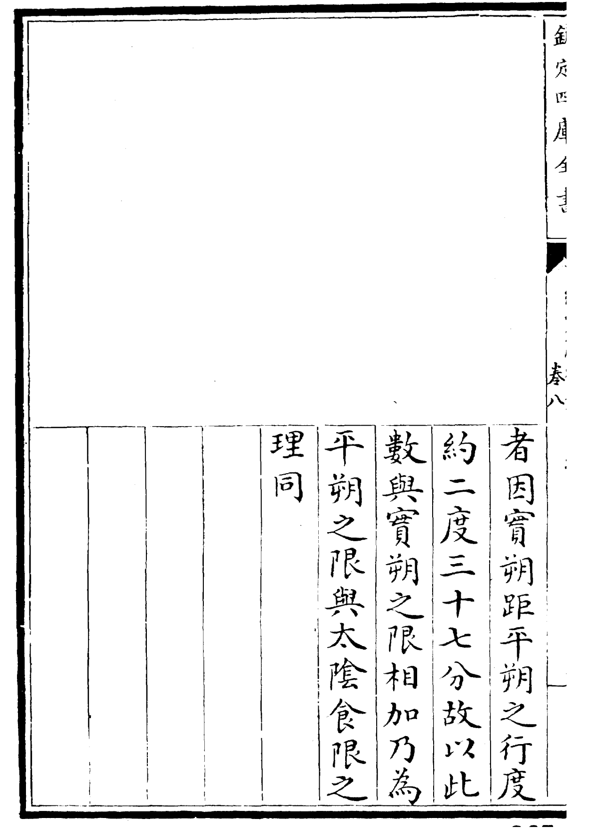
里之南北而殊而視緯又因實緯之南北而異故食限不可一槩而論也今以北極高一十六度至四十六度之地而定食限則太陰距黃道北平朔之限得二十度五十二分實朔之限得一十八度一十五分太陰距黃道南平朔之限得八度五十一分實朔之限得六度一十四分要之視差之故多端食限不過得其大槩欲定食之有無必按法求得本地本時視緯度與太陽太陰兩視半徑相較若兩視半徑相併之數大於視緯者為有食小於視緯者為不食也



如圖甲乙為黄道丙丁為白道戊為實交己庚為視白道辛為視交太陽從甲乙黄道行太陰實循丙丁白道行因高下差變高為下遂生南北差視之如循己庚行也如太陽在壬太陰距黄道北在癸距戊交約一十八度去太陽甚遠



因視差之故見太陰在子己與太陽兩周相切故北緯以距交一十八度為有食之始也如太陽在丑太陰距黃道南在寅距戊交約六度雖無視差己與太陽兩周相切故南緯以距交六度為有食之始也至於平朔之限又寬於實朔



者因實朔距平朔之行度約二度三十七分故以此數與實朔之限相加乃為平朔之限與太陰食限之理同

日食三限時刻

日食止有三限一曰初虧一曰食甚一曰復圓而無食既生光蓋太陽太陰之視徑畧相等食甚之最大者不過食既方食甚即生光故止求三限時刻三限時刻維何曰用時曰近時曰真時此三者雖為三限所同而三限之中尤以食甚為本故今發明三限時刻先詳食甚時刻次及初虧而復圓如之食甚之理大槩與月食同但月食以太陰實經度當最近地影心之點為食甚故以實朢交周求得食甚交周相減

為交周升度差以月實行比例得時分加減實望用時即得食甚時刻而無用時近時真時之名日食因有東西差詳後日食三差篇必以太陰視經度當最近太陽之點為食甚其實經度與視經度既不同而實行與視行又不同故先以實朔交周求得食甚交周相減為交周升度差以月實行比例得時分加減實朔用時為食甚用時詳後求食甚用時篇次以食甚用時求得東西差詳後求東西南北差篇仍以月實行比例得時分加減食甚用時為食甚近時又以食甚近時求得東西差與用

時東西差相較得視行然後以視行與用時東西差比例得時分加減食甚用時方為食甚真時詳後求食甚真時篇是則食甚用時者乃在天實行日月相掩最深之時刻食甚真時者乃人目所見日月相掩最深之時刻而食甚近時者所以定視行以求用時與真時相距之時分者也夫食甚既有用時近時真時則初虧復圓亦必有用時近時真時乃今求日食初虧復圓用時則不以初虧復圓距食甚之時分加減食甚用時而以初虧復圓距食甚之時分加減食甚真時為

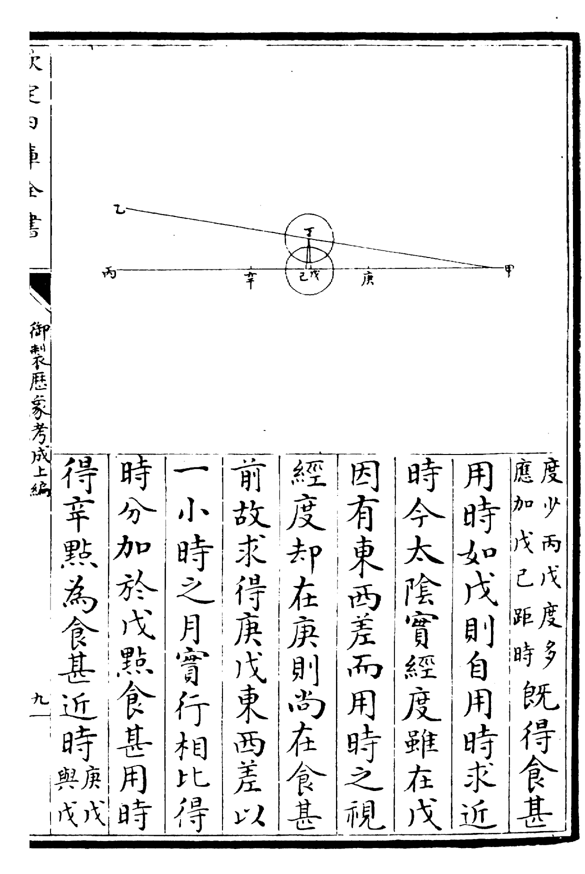
初虧復圓用時（詳後求初虧復圓用時篇）次以初虧復圓用時求得東西差與食甚之東西差相較得視行乃以視行與初虧復圓距食甚之度比例得時分加減食甚真時即為初虧復圓真時（詳後求初虧復圓真時篇）然而不用近時者蓋為近時所以求視行今食甚已有東西差則與初虧復圓東西差相較即可以得視行故不必又求近時也要之求日食三限時刻必先求食甚真時而欲求食甚真時必先求食甚用時有食甚用時然後可以知三差之大小而三限時刻皆由此次第生焉

此日食所以異於月食也

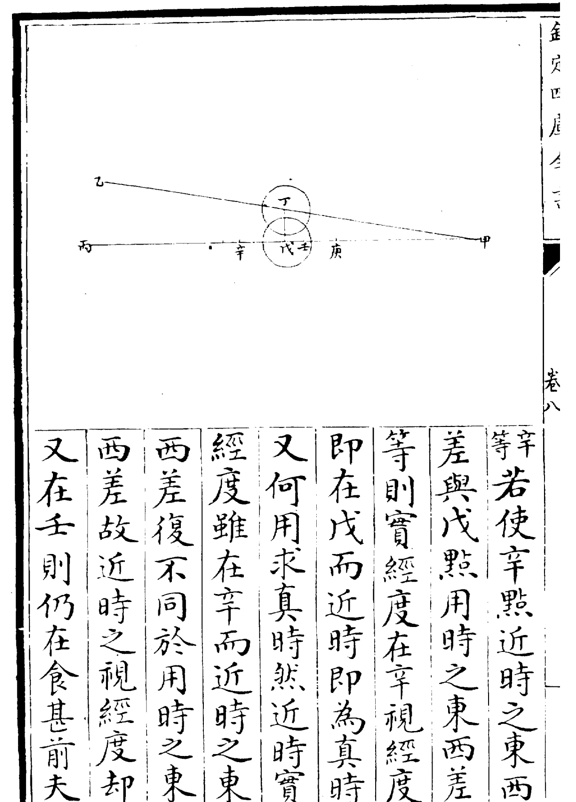
乙 丁 丙 己 戊 甲

如圖甲乙為黄道甲丙為白道甲為交點丁為太陽戊為太陰甲己為實朔交周與甲丁等故己點為實朔用時之度然丁己相距猶遠試自白極過太陽丁作丁戊垂弧與白道成直角則丁戊之距必近於丁

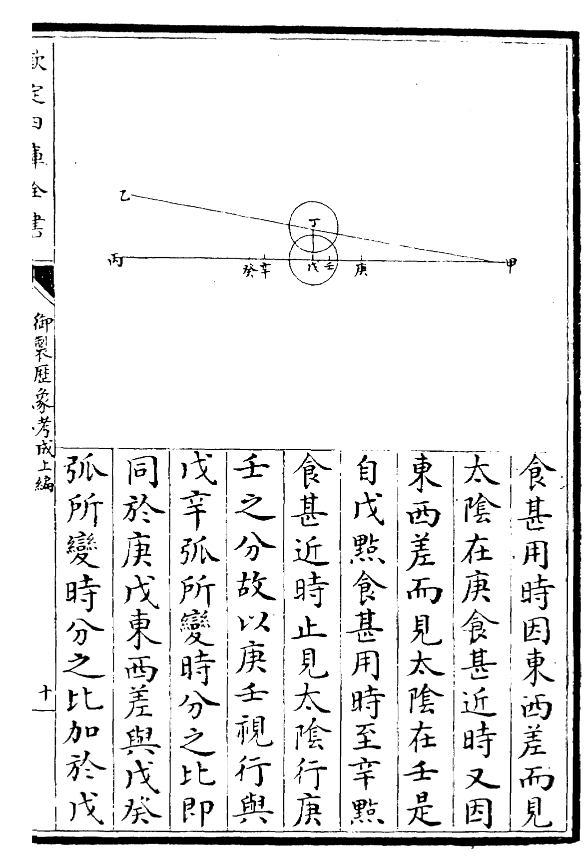
己故戊點為食甚用時之度甲戊為食甚交周丁戊為食甚實緯戊己為交周升度差以一小時之月實行與戊己交周升度差相比得時分加減己點實朔用時得戊點為食甚用時此太陰在兩交後由甲向丙故甲己度多甲戊度少應減戊己距時若太陰在兩交前由丙向甲則丙己



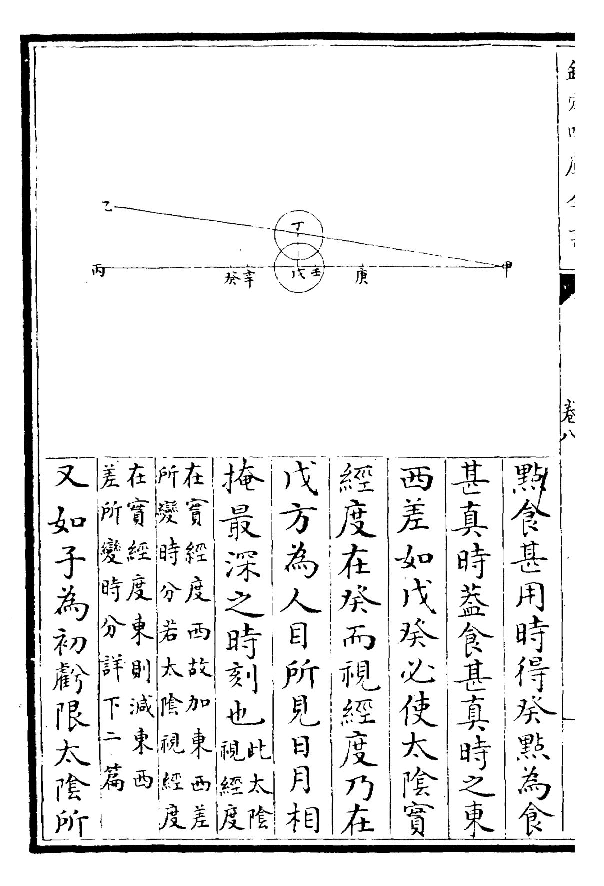
度少丙戊度多應加戊己距時既得食甚用時如戊則自用時求近時令太陰實經度雖在戊因有東西差而用時之視經度却在庚則尚在食甚前故求得庚戊東西差以一小時之月實行相比得時分加於戊點食甚用時得辛點為食甚近時庚戊與戊



辛等若使辛點近時之東西差與戊點用時之東西差等則實經度在辛視經度即在戊而近時即為真時又何用求真時然近時實經度雖在辛而近時之東西差復不同於用時之東西差故近時之視經度却又在壬則仍在食甚前夫

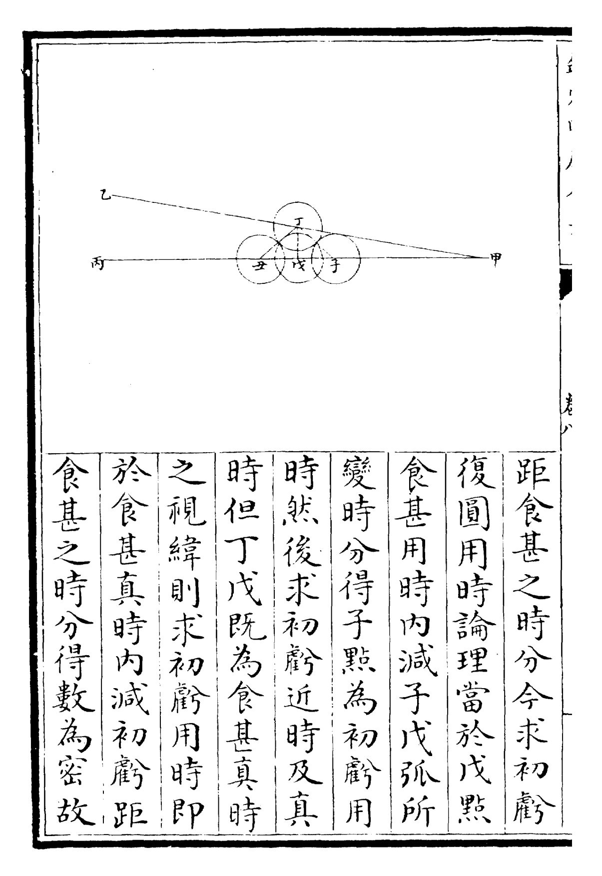


食甚用時因東西差而見太陰在庚食甚近時又因東西差而見太陰在壬是自戊點食甚用時至辛點食甚近時止見太陰行庚壬之分故以庚壬視行與戊辛弧所變時分之比即同於庚戊東西差與戊癸弧所變時分之比加於戊



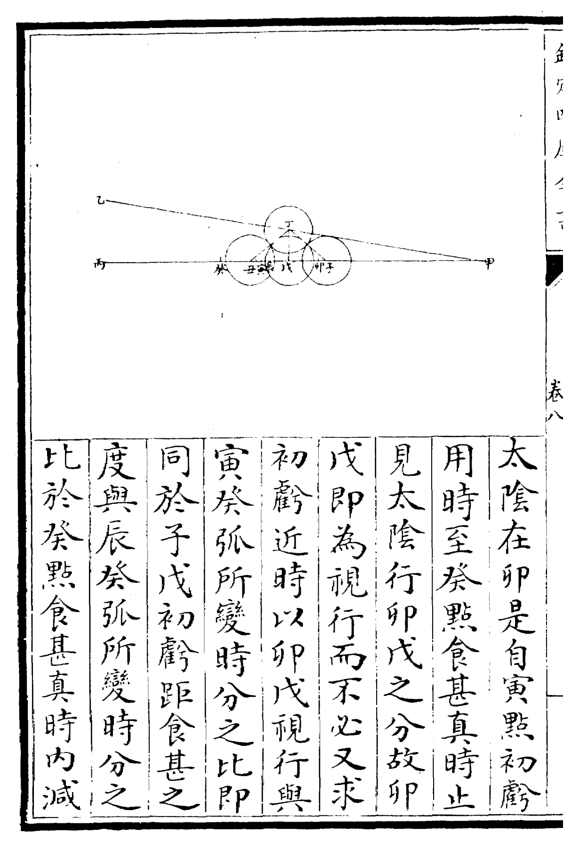
點食甚用時得癸點為食甚真時蓋食甚真時之東西差如戊癸必使太陰實經度在癸而視經度乃在戊方為人目所見日月相掩最深之時刻也此太陰視經度在實經度西故加東西差所變時分若太陰視經度在實經度東則減東西差所變時分詳下二篇又如子為初虧限太陰所

在丑為復圓限太陰所在丁子丁丑皆太陽太陰兩視半徑相併之數今命丁戊為食甚視緯丁戊原係食甚實緯今借為食甚視緯以明其理用正弧三角形求得子戊或戊丑為初虧復圓距食甚之弧子戊與戊丑等以一小時之月實行相比得時分即初虧復圓



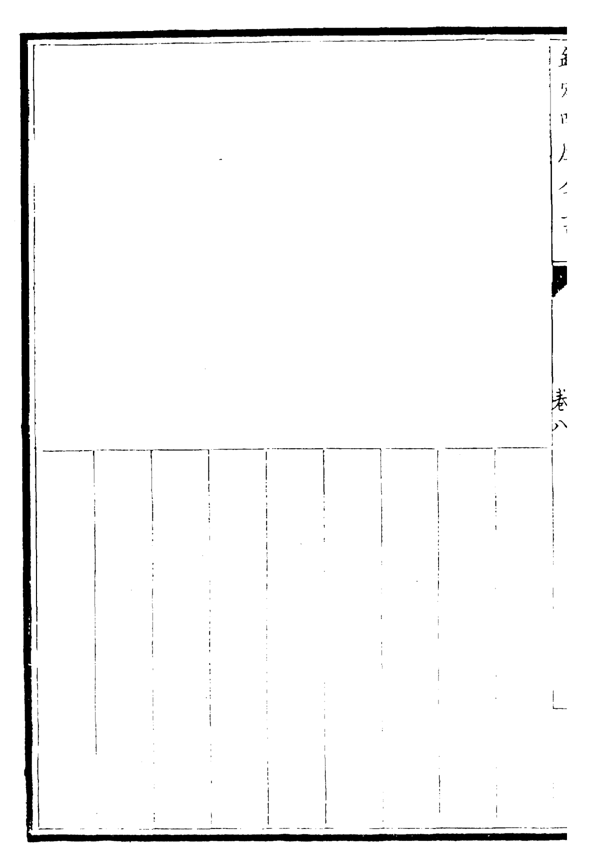
距食甚之時分今求初虧復圓用時論理當於戊點食甚用時內減子戊弧所變時分得子點為初虧用時然後求初虧近時及真時但丁戊既為食甚真時之視緯則求初虧用時即於食甚真時內減初虧距食甚之時分得數為密故

於癸點食甚真時內減與子戊弧相等之寅癸弧所變時分得寅點為初虧用時因初虧用時之東西差不同於食甚真時之東西差其視經度却在卯則已過初虧後夫食甚真時因東西差而見太陰在戊初虧用時又因東西差而見



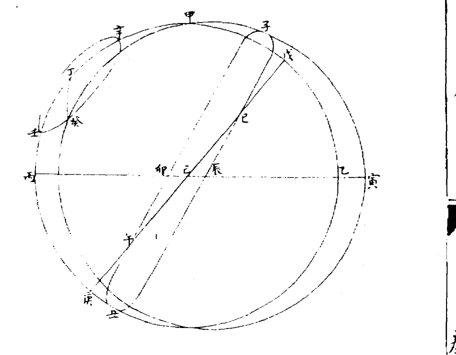
太陰在卯是自寅點初虧用時至癸點食甚真時止見太陰行卯戊之分故卯戊即為視行而不必又求初虧近時以卯戊視行與寅癸弧所變時分之比即同於子戊初虧距食甚之度與辰癸弧所變時分之比於癸點食甚真時內減

之得辰點為初虧真時葢初虧真時之東西差如辰子必使太陰實經度在辰而視經度乃在子方為人目所見日月兩周初切之時刻也復圓時刻做此但與食甚時刻加減相反



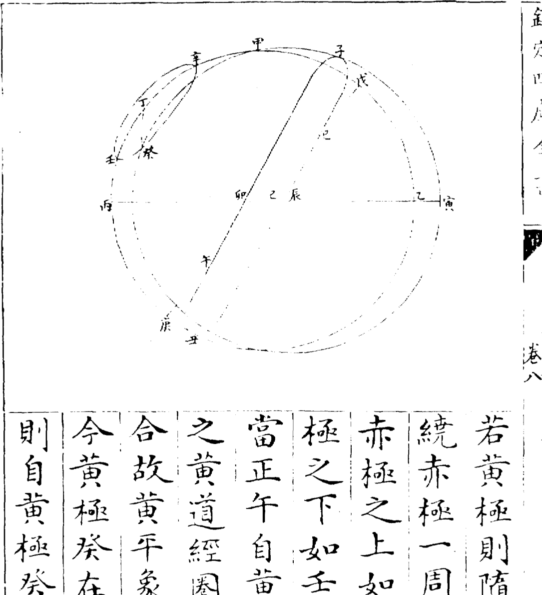
黄平象限白平象限之同異

新法歷書推算日食三差以黄平象限為本黄平象限乃黄道在地平上半周折中之處東西距地平各一象限故名黄平象限又名九十度限今按三差並生於太陰而太陰之經緯度為白道經緯度用白道較之用黄道為密詳見下日食三差篇故今推算日食三差以白平象限為本白平象限即白道在地平上半周折中之處東西距地平亦各一象限然求白平象限諸數必由黄平象限諸數而得不合論之不見其同異不分論之不得其疎密今將黄平象限白平象限之同異詳具圖說如左

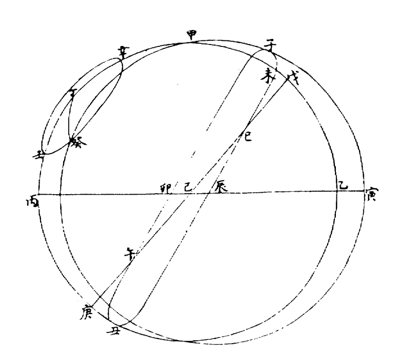


如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極即北極戊己庚為赤道按黃赤大距二十三度二十九分三十秒作辛壬負黃極圈任取癸點為黃極則子丑為黃道自黃極癸過天頂甲作癸甲子寅過黃極經圈則子點為黃

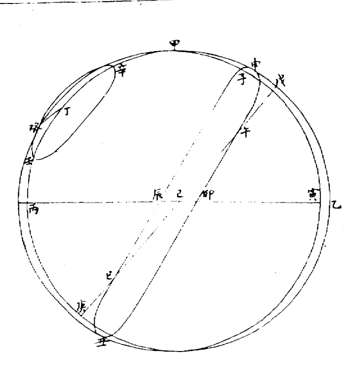
平象限卯為黃道出地平之點辰為黃道入地平之點子卯子辰皆九十度黃道與赤道交於巳午巳為春分午為秋分宗動天左旋惟赤極丁點不動自赤極丁過天頂甲之經圈即子午圈故赤道地平上半周折中之戊點常在正午



若黃極則隨天左旋一日繞赤極一周惟黃極正當赤極之上如辛或正當赤極之下如壬則黃赤大距當正午自黃極過天頂甲之黃道經圈即與子午圈合故黃平象限亦在正午今黃極癸在赤極西半周則自黃極癸過天頂甲所

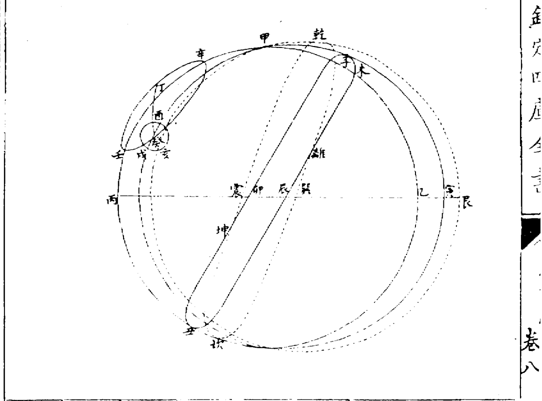


作之癸甲子寅經圈其南半周必在子午圈之東故黄平象限子點即在正午東出地卯點在赤道北入地辰點在赤道南春分後未點當正午而子未即黄平象限距正午東之度子寅即黄平象限距地平之高也若黄極癸在赤極東

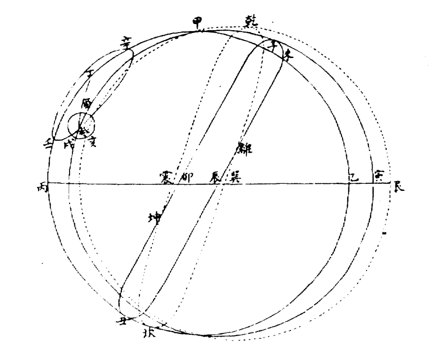


半周則自黃極癸過天頂甲所作之癸甲子寅經圈其南半周必在子午圈之西故黃平象限子點即在正午西出地卯點在赤道南入地辰點在赤道北秋分前申點當正午而申子即黃平象限距正午西之度子寅即黃平象限距地

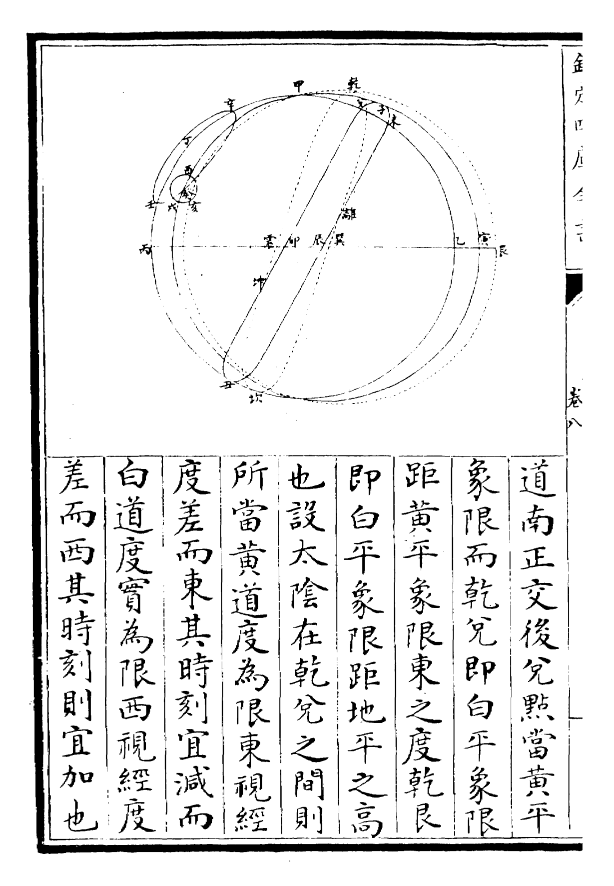
平之高也夫黃極隨天左旋一日既繞赤極一周則白極隨天左旋一日亦繞黃極一周今按朔望時黃白大距四度五十八分三十秒作酉戌負白極圈任取亥點為白極則乾坎為白道自白極亥過天頂甲作亥甲乾艮過白極經圈



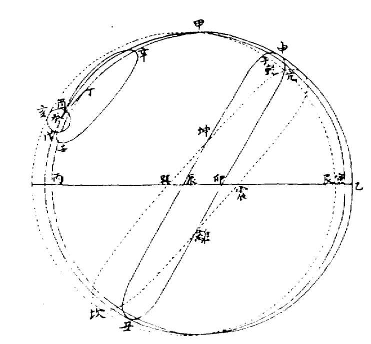
則乾點為白平象限震為白道出地平之點巽為白道入地平之點乾震乾巽皆九十度白道與黄道交於離坤離為正交坤為中交惟白極正當黄極之上如酉或正當黄極之下如戌則黄白大距當黄平象限自白極過天頂甲之白



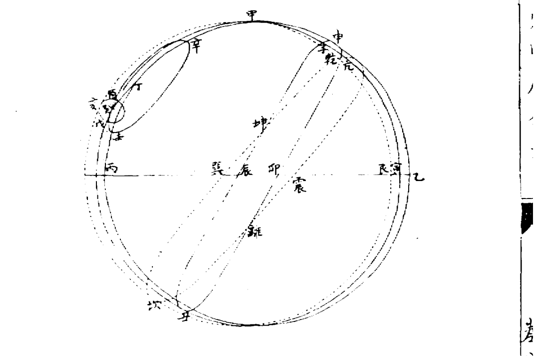
道經圈即與黃道經圈合故白平象限與黃平象限同度今白極亥在黃極西半周則自白極亥過天頂甲所作之亥甲乾艮經圈其南半周必在黃道經圈之東故白平象限乾點即在黃平象限東出地震點在黃道北入地巽點在黃



道南正交後兑點當黄平象限而乾兑即白平象限距黄平象限東之度乾艮即白平象限距地平之高也設太陰在乾兑之間則所當黄道度為限東視經度差而東其時刻宜減而白道度實為限西視經度差而西其時刻則宜加也



若白極亥在黄極東半周則自白極亥過天頂甲所作之亥甲乾艮經圏其南半周必在黄道經圏之西故白平象限乾點即在黄平象限西出地震點在黄道南入地巽點在黄道北中交後亢點當黄平象限而乾亢即白平象限距黄

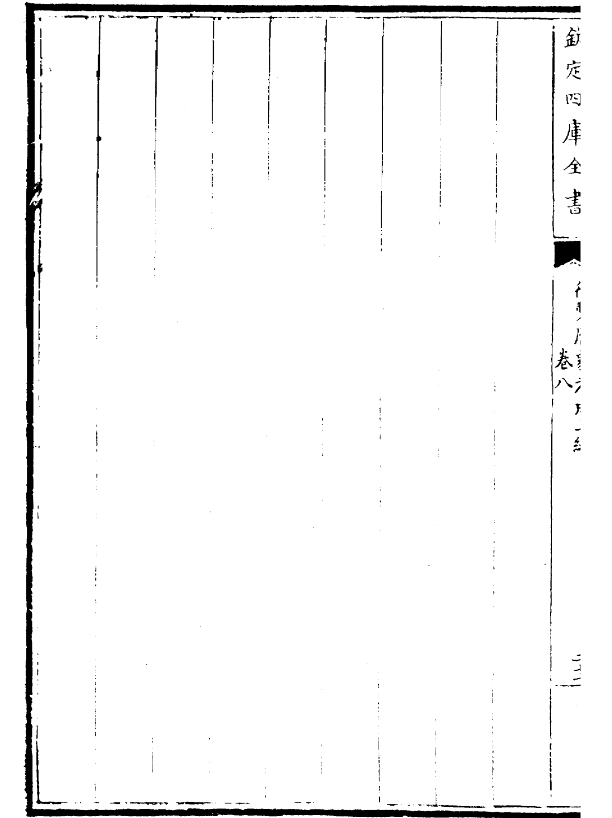


平象限西之度乾艮即白平象限距地平之高也設太陰在乾亢之間則所當黄道度為限西視經度差而西其時刻宜加而白道度實為限東視經度差而東其時刻則宜減也又白平象限距地平之乾艮弧高於黄平象限距地平之

子寅弧則白道直而昂黃道斜而低白道高弧交角必小於黃道高弧交角如白平象限距地平之乾艮弧低於黃平象限距地平之子寅弧則白道斜而低黃道直而昂白道高弧交角必大於黃道高弧交角也按京師赤極高四十度

弱黄平象限最高者七十三度餘最低者二十六度餘白平象限最高者七十八度餘最低者二十一度餘黄平象限距正午偏至二十四度餘白平象限距黄平象限偏至十度餘地愈近南赤極愈低則限距地平愈高而所偏之度愈

少地愈近北赤極愈高則限距地平愈低而所偏之度愈多也



日食三差

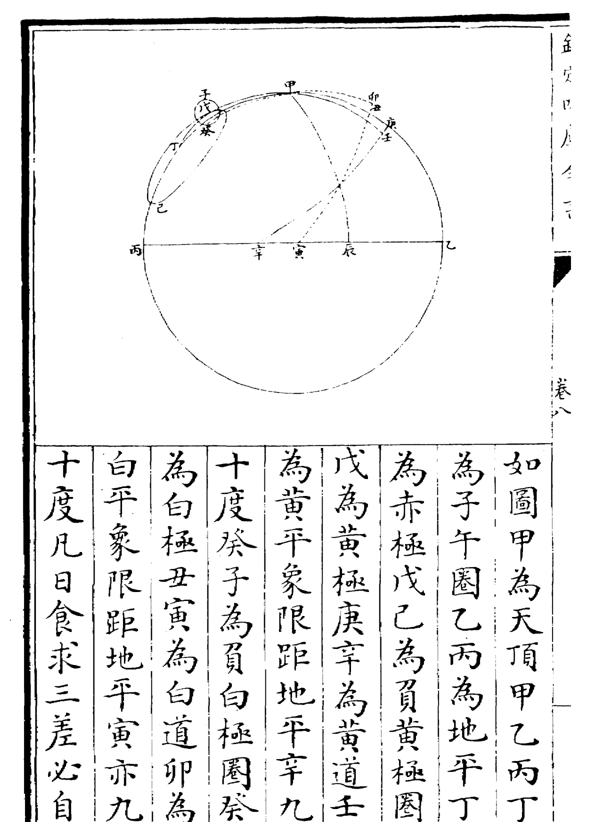
推步日食較之推步月食為甚難者以有三差也三差維何一曰高下差（即地半徑差）一曰東西差（新法歷書為太陰黃道經差今定為太陰白道經差）一曰南北差（新法歷書為太陰黃道緯差今定為太陰白道緯差）然東西差南北差又皆由高下差而生其故何也蓋食甚用時以地心立算人自地面視之遂有地半徑差而太陽地半徑差恒小太陰地半徑差恒大於太陰地半徑差內減太陽地半徑差始為太陰高下差高下差既變真高為視高故經度之東西緯度之

南北亦皆因之而變也新法歴書求東西南北差以黄平象限為本者葢以太陰在黄平象限東者視經度恒差而東太陰在黄平象限西者視經度恒差而西差而東者時刻宜減差而西者時刻宜加故日食之早晚必徵之東西差而後可定也北極出地二十三度半以上者黄平象限恒在天頂南太陰之視緯度恒差而南北極出地二十三度半以下者黄平象限有時在天頂北太陰之視緯度即差而北差而南者實緯在南則加在北則減差而北者實緯在南則

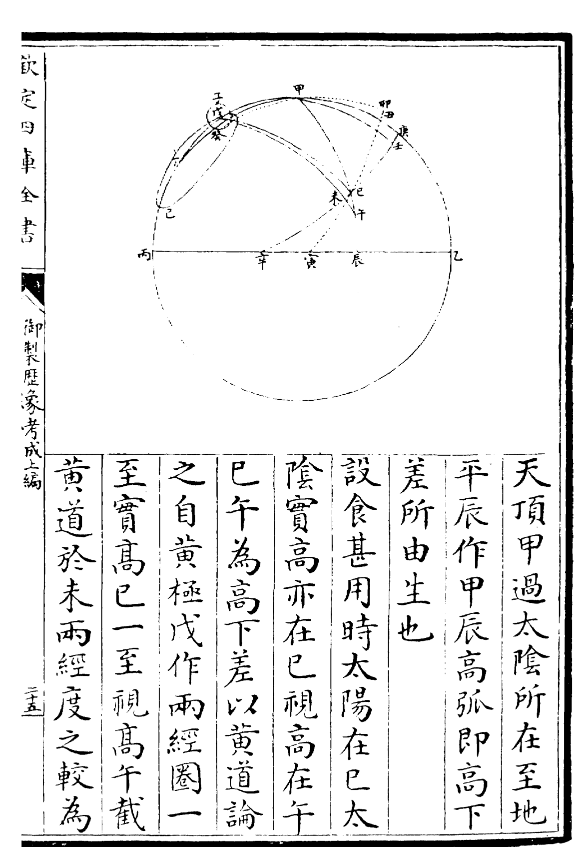
減在北則加故日食之淺深必徵之南北差而後可定也其法自黄極作兩經圈一過真高一過視高兩經圈所截黄道度即實經度與視經度之較是為東西差兩經圈之較即實緯度與視緯度之較是為南北差三差相交成正弧三角形直角恒對高下差黄道高弧交角恒對南北差餘角恒對東西差惟太陰正當黄平象限則黄道經圈過天頂與高弧合真高視高同在一經圈上故高下差即南北差而無東西差黄平象限正當天頂則黄道與高弧合真高視高

同在黃道上故高下差即東西差而無南北差過此距黃平象限愈近交角愈大則南北差大而東西差小距黃平象限愈遠交角愈小則南北差小而東西差大故必先求黃平象限及黃道高弧交角而後東西南北差可次第求焉今按太陰之經度為白道經度食甚實緯又與白道成直角則東西差乃白道之經差非黃道之經差也南北差乃白道之緯差非黃道之緯差也三差相交成正弧三角形亦白道與白道經圈及高弧所成之三角形非黃道與黃道經圈

及高弧所成之三角形也夫白道與黄道斜交則白平象限之與黄平象限白道高弧交角之與黄道高弧交角亦皆有不同新法歴書因日食近兩交黄白二道相距不逺故止用黄道為省算究之必用白道方為密合故今求東西南北差以白平象限為本然白平象限以黄平象限為根而白道高弧交角又以黄道高弧交角為據知太陰距黄平象限東西及黄道高弧交角則可知太陰距白平象限東西及白道高弧交角矣

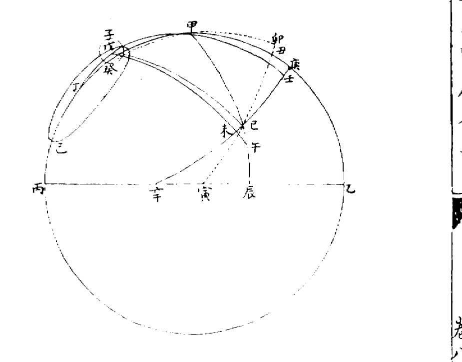


如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極戊己為負黃極圈戊為黃極庚辛為黃道壬為黃平象限距地平辛九十度癸子為負白極圈癸為白極丑寅為白道卯為白平象限距地平寅亦九十度凡日食求三差必自



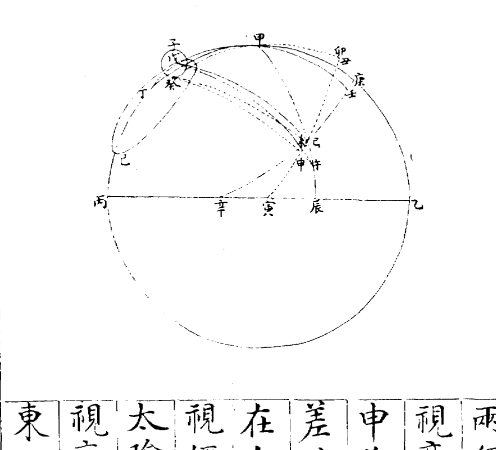
天頂甲過太陰所在至地平辰作甲辰高弧即高下差所由生也

設食甚用時太陽在巳太陰實高亦在巳視高在午巳午為高下差以黃道論之自黃極戊作兩經圈一至實高巳一至視高午截黃道於未兩經度之較為



巳未即東西差兩經圈之較為未午即南北差此時太陰實經度巳點在黃平象限壬點之西視經度未點更差而西自人視之尚在食甚前故時刻應加而遲又太陰實高在巳正當黃道視高在午在黃道南故距緯應加而遠三差相

交成巳午未正弧三角形未為直角對巳午高下差未巳午角為黃道高弧交角對未午南北差巳午未角為黃道交高弧之餘角對巳未東西差故知未巳午角及巳午弧即可求巳未弧及未午弧也今以白道而論則應自白極癸作

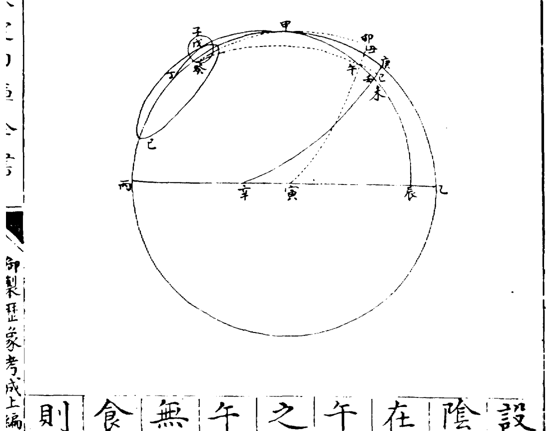


兩經圈一至實高巳一至視高午截白道於申則巳申為東西差申午為南北差此時太陰實經度巳點在白平象限卯點之西而視經度申點亦更差而西太陰實高在巳正當黄道視高在午亦在黄道南其東西差南北差之加減並

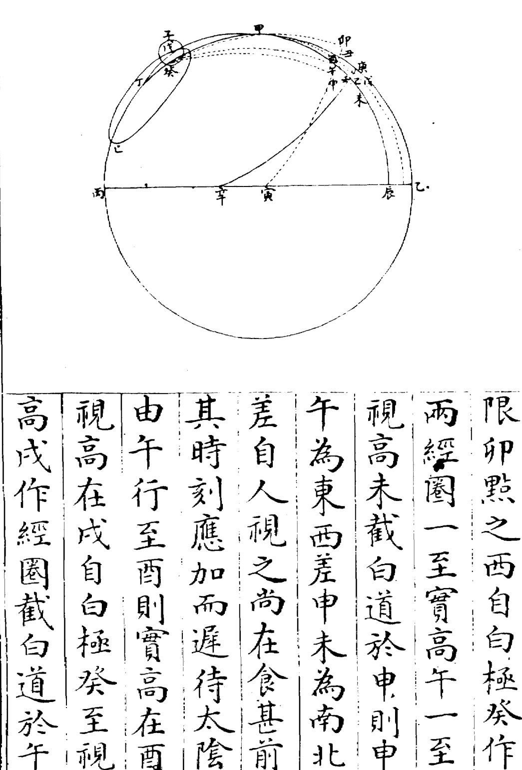
與黃道同但三差相交却成巳午申正弧三角形申為直角對巳午高下差申巳午角為白道高弧交角對申午南北差巳午申角為白道交高弧之餘角對巳申東西差此申巳午交角小於未巳午交角故申午南北差小於未午南北



差而巳午申餘角大於巳午未餘角故巳申東西差大於巳未東西差以此推食甚之時刻較之用黄道者必稍遲而食甚之距緯較之用黄道者必稍近故必知申巳午角及巳午弧然後可求巳申弧及申午弧也

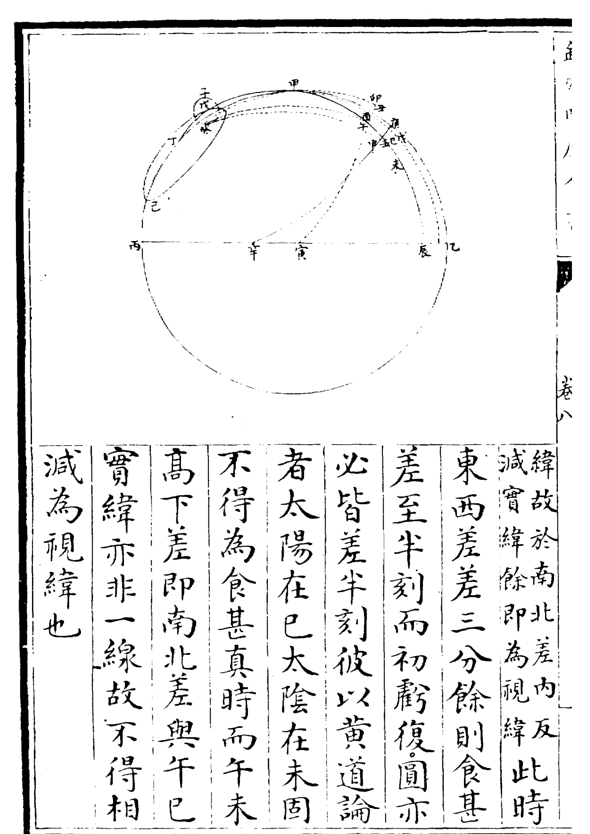


設食甚用時太陽在巳太陰實高在午午巳為實緯在黃道北午為直角視高在未午未為高下差以黃道論之太陰正當黃平象限壬午未高下差即南北差而無東西差故食甚用時即食甚真時今以白道而論則太陰午點尚在白平象

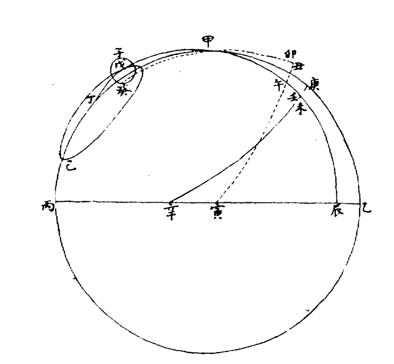


限卯點之西自白極癸作兩經圈一至實高午一至視高未截白道於申則申午為東西差申未為南北差自人視之尚在食甚前其時刻應加而遲待太陰由午行至酉則實高在酉視高在戌自白極癸至視高戌作經圈截白道於午

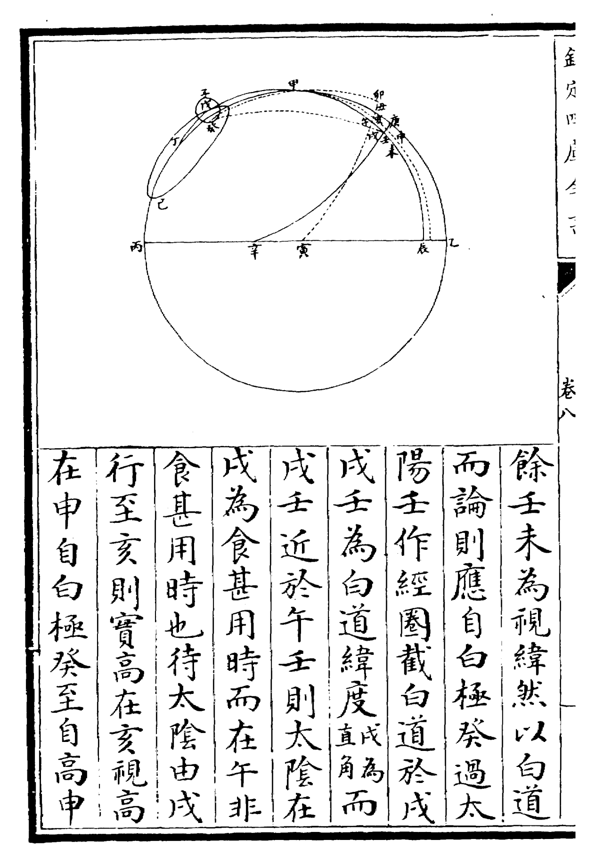
截黃道於巳必過日月兩心其視經度正當食甚用時午點故太陰行至酉點之時刻方為食甚真時而酉午為真時東西差午戌為真時南北差於午戌真時南北差内減午巳實緯餘巳戌為視緯在黃道南也實緯在黃道北應減南北差因南北差大於實



緯故於南北差内反減實緯餘即為視緯此時東西差差三分餘則食甚差至半刻而初虧復圓亦必皆差半刻彼以黄道論者太陽在巳太陰在未固不得為食甚真時而午未高下差即南北差與午巳實緯亦非一線故不得相減為視緯也

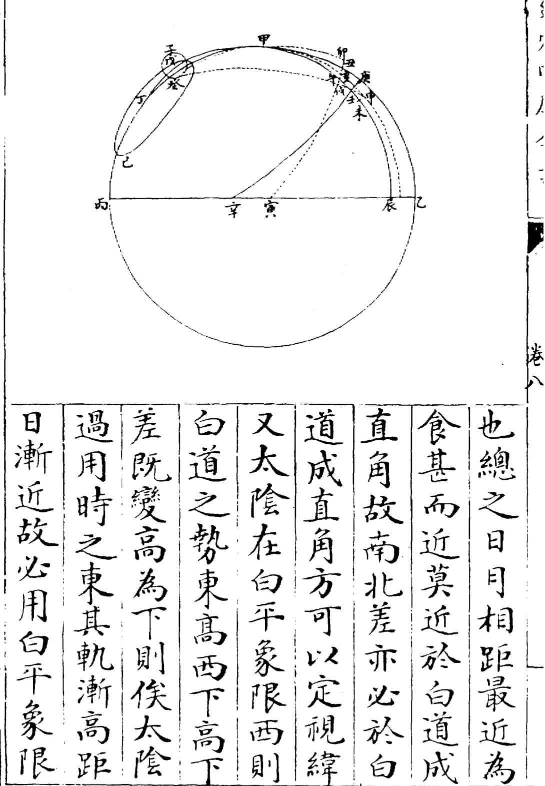


若設食甚用時為太陰與太陽黃道同度而食甚實緯為與黃道成直角食甚用時太陽在壬太陰實高在午午壬為實緯（壬為直角）視高在未午未高下差即南北差而無東西差則食甚用時即為實甚真時於午未南北差內減午壬實緯

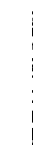


餘壬未為視緯然以白道而論則應自白極癸過太陽壬作經圈截白道於戌戌壬為白道緯度(戌為直角)而戌壬近於午壬則太陰在戌為食甚用時而在午非食甚用時也待太陰由戌行至亥則實高在亥視高在申自白極癸至自高申

作經圈亦截白道於戌而截黃道於壬必過日月兩心其視經度正當食甚用時戌點故亥戌為東西差戌申為南北差於戌申南北差內減戌壬實緯餘壬申為視緯而壬申亦近於壬未則太陰在亥為食甚真時而在午非食甚真時

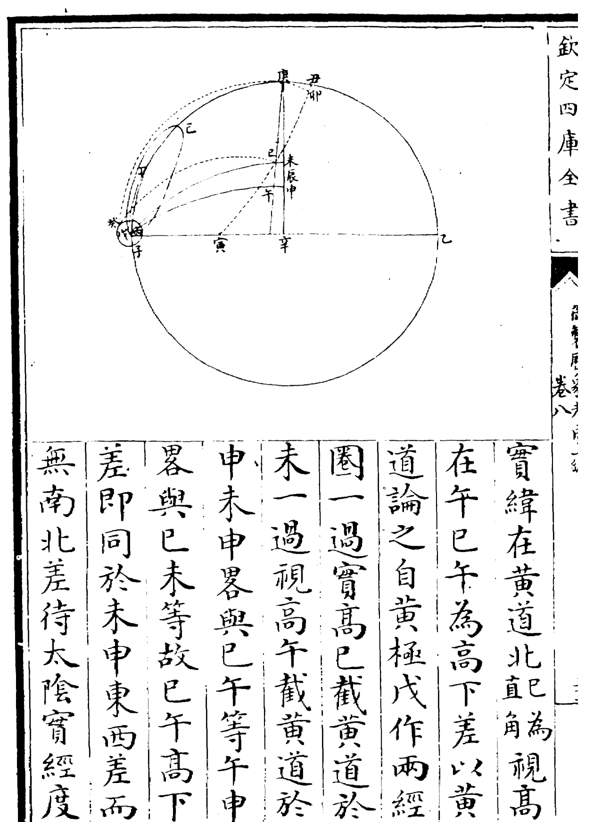


也總之日月相距最近為食甚而近莫近於白道成直角故南北差亦必於白道成直角方可以定視緯又太陰在白平象限西則白道之勢東高西下高下差既變高為下則俟太陰過用時之東其軌漸高距日漸近故必用白平象限



方可以定真時在限東者倣此

又設赤極丁出地二十三度黃極戊當地平則庚辛黃道與高弧合而黃平象限即在天頂丑寅白道在天頂南白平象限卯在正午之西食甚用時太陽在辰太陰實高在巳巳辰為



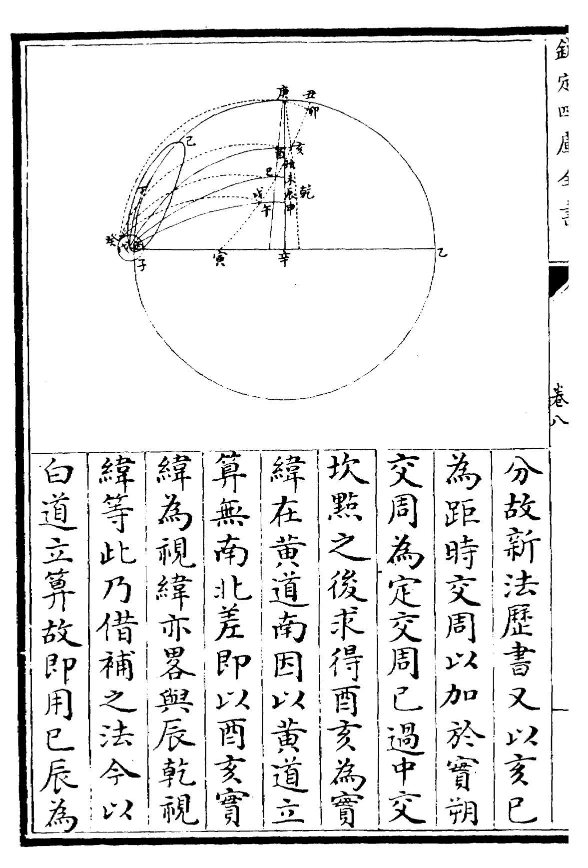
實緯在黃道北巳為直角視高在午巳午為高下差以黃道論之自黃極戊作兩經圈一過實高巳截黃道於未一過視高午截黃道於申未申畧與巳午等午申畧與巳未等故巳午高下差即同於未申東西差而無南北差待太陰實經度

當黃道之酉則視經度當黃道之辰與太陽同度而太陰行至酉點之時刻即為食甚真時然以白道而論則應自白極癸作兩經圈一過實高巳一過視高午截白道於戌則巳戌為東西差小於未申東西差戌午為南北差在白道南



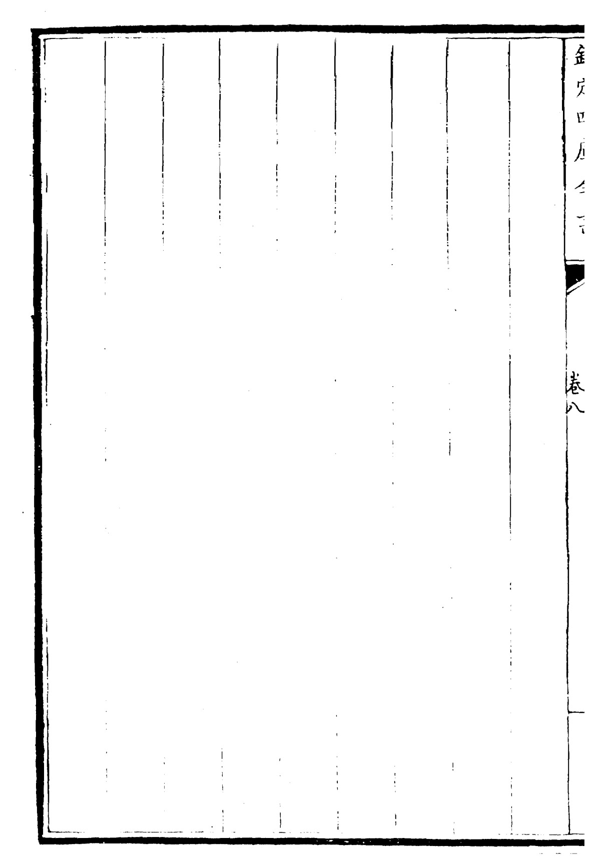
待太陰由巳行至亥則實高在亥視高在乾自白極癸至視高乾作經圈截白道於巳截黄道於辰必過日月兩心其視經度正當食甚用時巳點故太陰行至亥點之時刻即為食甚真時而亥巳為真時東西差巳乾為真時南北差於

巳乾真時南北差内減巳辰實緯餘辰乾為視緯在黄道南此白道亥巳東西差小於黄道酉辰東西差則時刻必差而早然東西差所差猶少而白道巳乾南北差較之黄道無南北差者則所差甚多此南北差差至三分則食分差一



分故新法歷書又以亥巳為距時交周以加於實朔交周為定交周已過中交坎點之後求得酉亥為實緯在黄道南因以黄道立算無南北差即以酉亥實緯為視緯亦畧與辰乾視緯等此乃借補之法今以白道立算故即用巳辰為

實緯而不用距時交周也

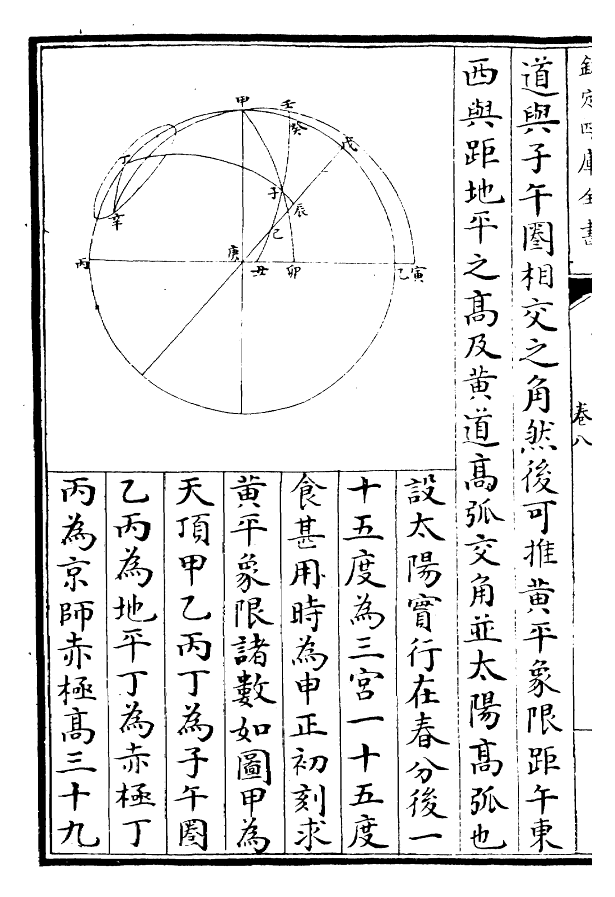


求黄平象限及黄道高弧交角并太陽高弧

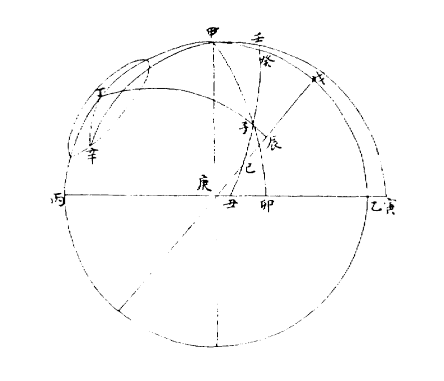
東西南北二差生於高下差而高下差生於太陽太陰高弧今求東西南北二差雖用白道然必先求黄平象限及黄道高弧交角而求高下差又止求太陽高弧蓋因合朔時太陰與太陽同度其高弧畧等也

夫黄道與赤道斜交赤道之高度隨地不同故黄平象限及黄道高弧交角並太陽高弧亦隨地不同今求黄平象限所該諸數必按本地本時太陽距正午赤道度求得正午黄道經度及黄赤相距緯度併黄

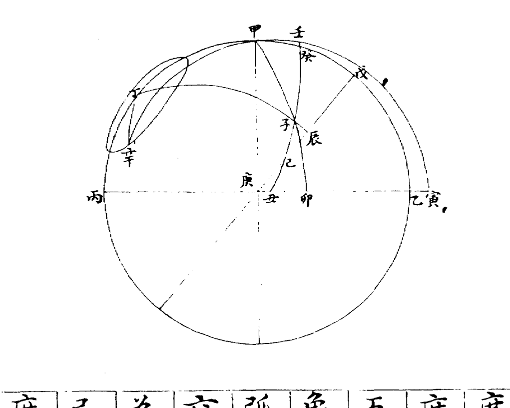
道與子午圈相交之角然後可推黃平象限距午東西與距地平之高及黃道高弧交角並太陽高弧也



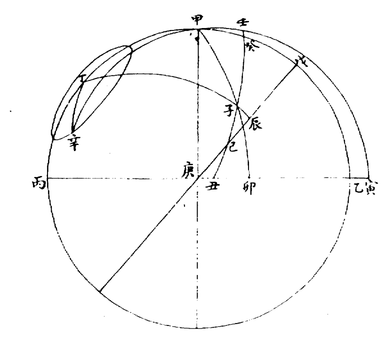
設太陽實行在春分後一十五度為三宮一十五度食甚用時為申正初刻求黃平象限諸數如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極丁丙為京師赤極高三十九



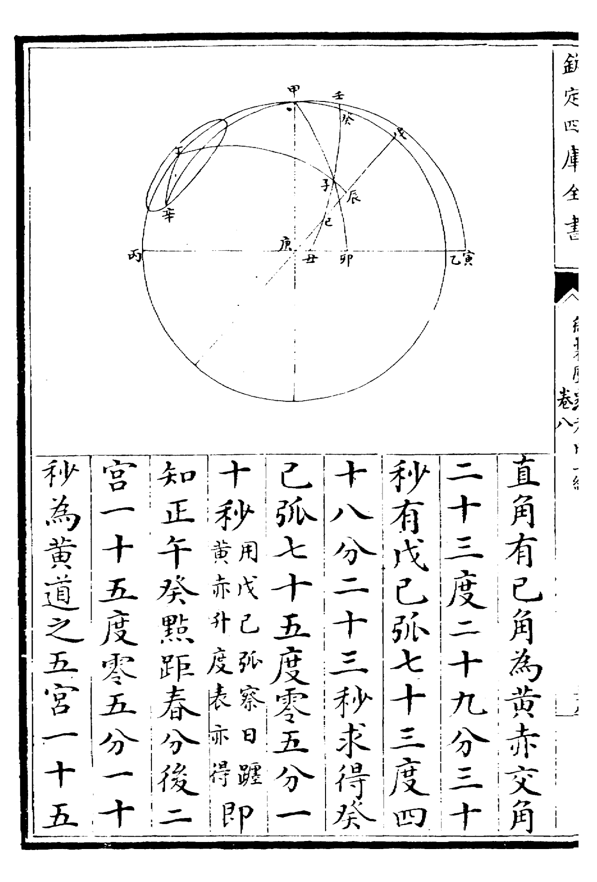
度五十五分戊己庚為赤道戊乙為京師赤道高五十度零五分辛為黄極壬癸子丑為黄道己為春分丑為交西地平之點壬為黄平象限距丑九十度癸為正午壬癸為黄平象限距正午之度壬寅為黄平象限距地平之度即丑角



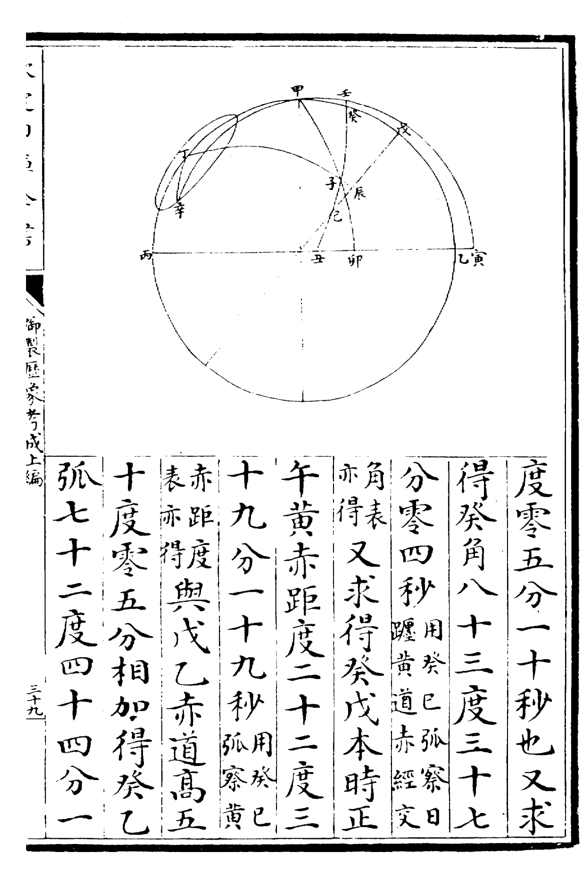
度子為太陽實行黃道經度子己為距春分後一十五度子壬為太陽距黃平象限之度子卯為太陽高弧丑子卯角為黃道高弧交角辰為申正初刻戊辰為申正距午正六十度辰己為赤道同升度一十三度四十八分二十三秒與



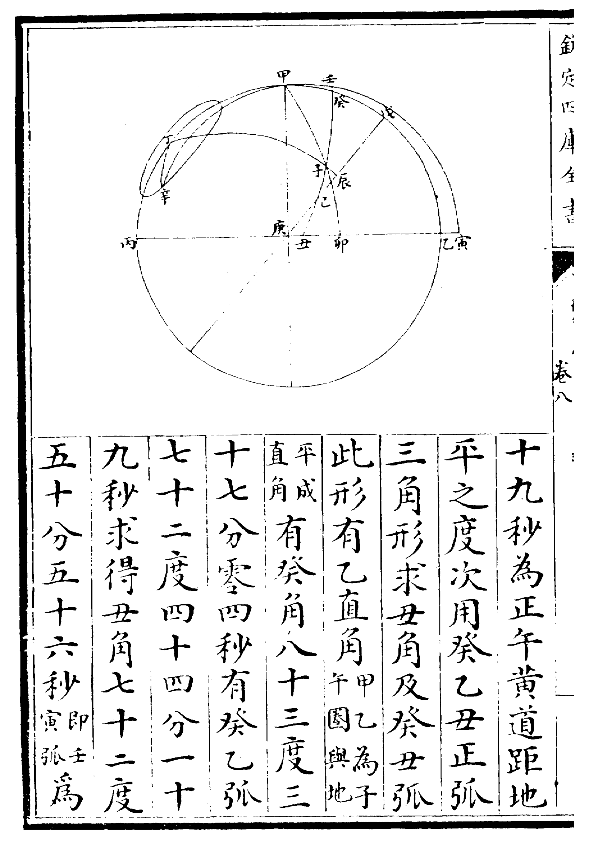
戊辰距午正六十度相加
得戊巳七十三度四十八
分二十三秒為本時正午
距春分赤道經度先用癸
巳戊正弧三角形求癸巳
本時正午距春分黃道經
度及癸戊本時正午黃赤
相距緯度并黃道與子午
圈相交之癸角此形有戊



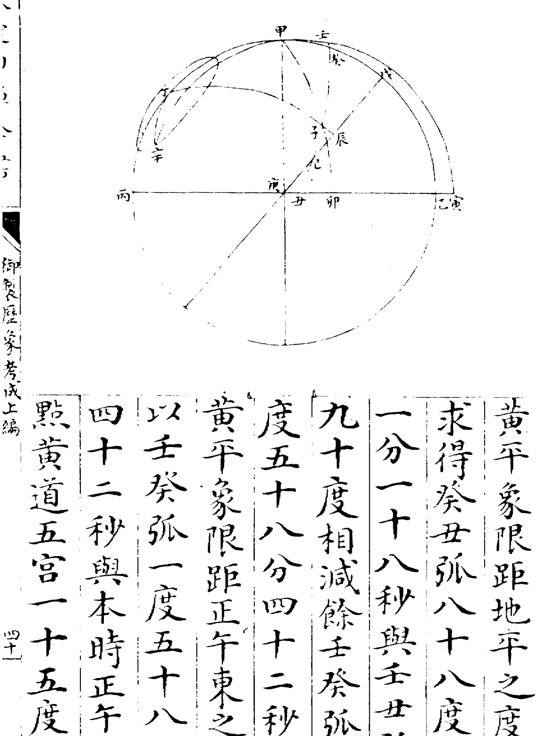
直角有己角為黃赤交角二十三度二十九分三十秒有戊己弧七十三度四十八分二十三秒求得癸己弧七十五度零五分一十秒用戊己弧察日躔即黃赤升度表亦得知正午癸點距春分後二宮一十五度零五分一十秒為黃道之五宮一十五



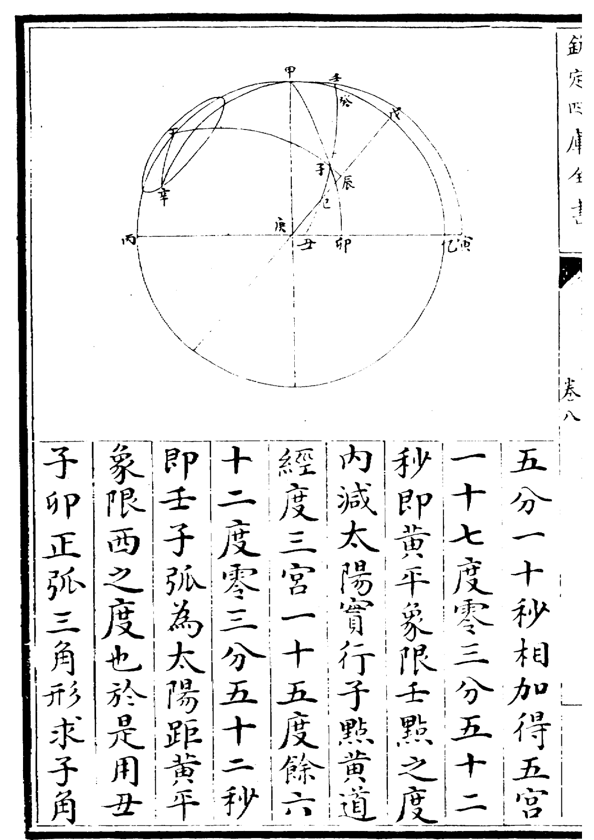
度零五分一十秒也又求得癸角八十三度三十七分零四秒用癸巳弧察日躔黃道赤經交角表赤得又求得癸戊本時正午黃赤距度二十二度三十九分一十九秒用癸巳弧察黃赤距度表赤得與戊乙赤道高五十度零五分相加得癸乙弧七十二度四十四分一



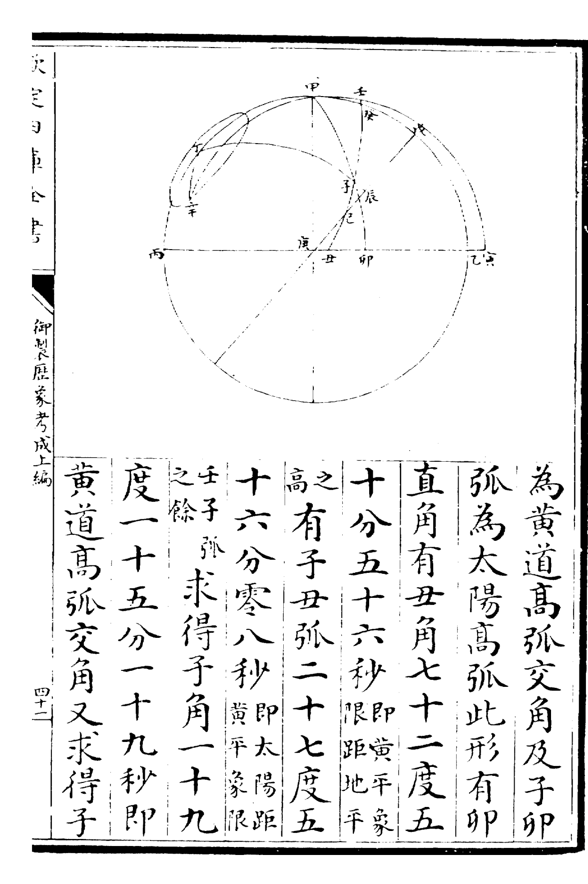
十九秒為正午黃道距地平之度次用癸乙丑正弧三角形求丑角及癸丑弧此形有乙直角甲乙為子午圈與地平成直角有癸角八十三度三十七分零四秒有癸乙弧七十二度四十四分一十九秒求得丑角七十二度五十分五十六秒即壬寅弧爲



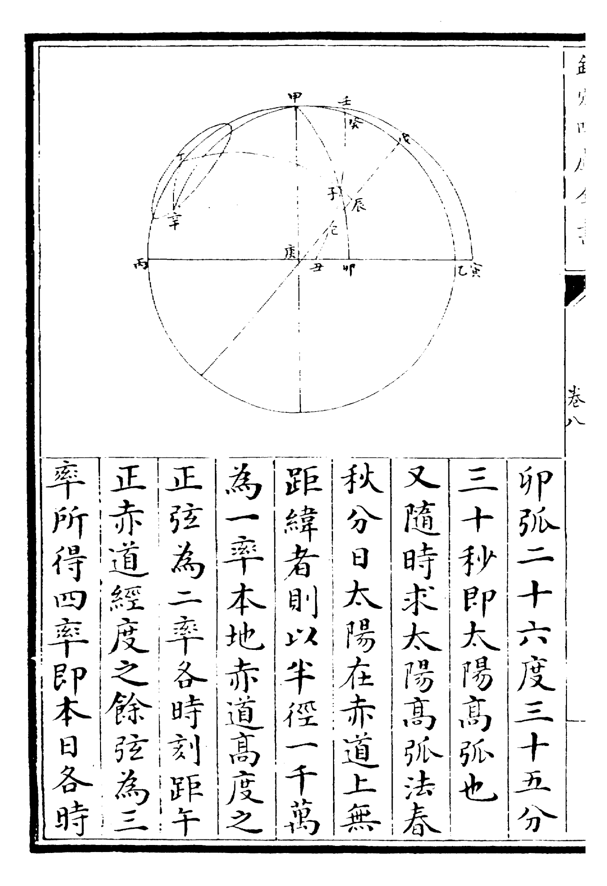
黃平象限距地平之度又求得癸丑弧八十八度零一分一十八秒與壬丑弧九十度相減餘壬癸弧一度五十八分四十二秒為黃平象限距正午東之度以壬癸弧一度五十八分四十二秒與本時正午癸點黃道五宮一十五度零



五分一十秒相加得五宮一十七度零三分五十二秒即黄平象限壬點之度内減太陽實行子點黄道經度三宮一十五度餘六十二度零三分五十二秒即壬子弧為太陽距黄平象限西之度也於是用丑子卯正弧三角形求子角

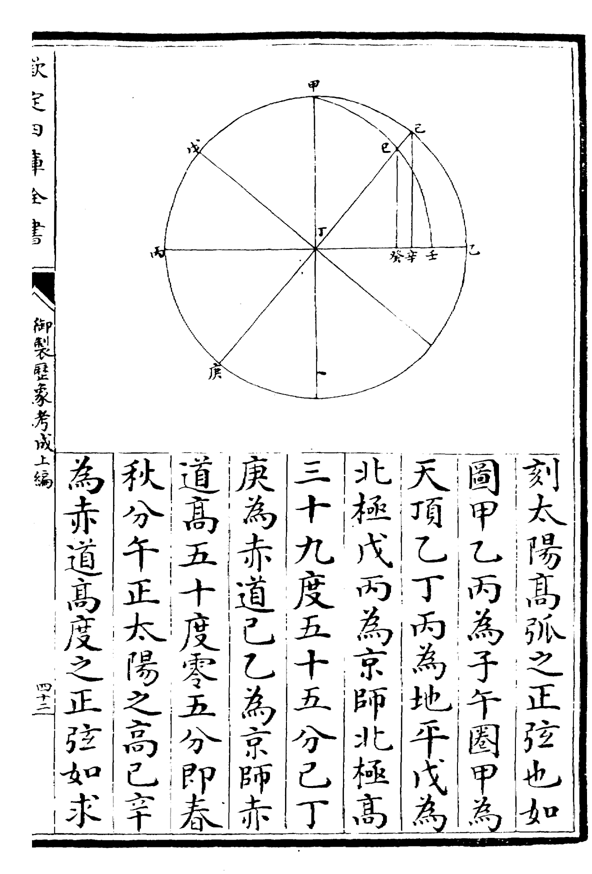


為黃道高弧交角及子卯弧為太陽高弧此形有卯直角有丑角七十二度五十分五十六秒即黃平象限距地平之高有子丑弧二十七度五十六分零八秒即太陽距黃平象限壬子弧之餘求得子角一十九度一十五分一十九秒即黃道高弧交角又求得子



卯弧二十六度三十五分三十秒即太陽高弧也

又隨時求太陽高弧法春秋分日太陽在赤道上無距緯者則以半徑一千萬為一率本地赤道高度之正弦為二率各時刻距午正赤道經度之餘弦為三率所得四率即本日各時

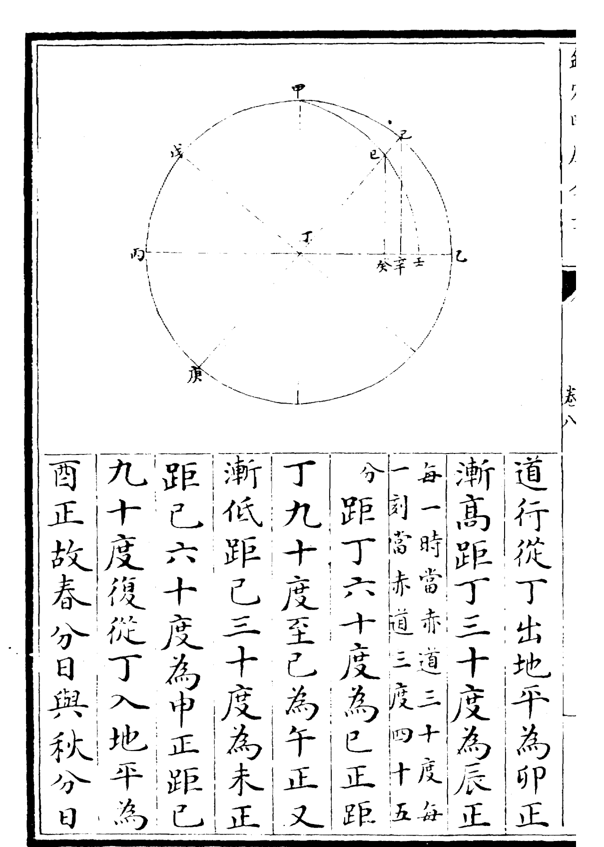


刻太陽高弧之正弦也如圖甲乙丙為子午圈甲為天頂乙丁丙為地平戊為北極戊丙為京師北極高三十九度五十五分己丁庚為赤道己乙為京師赤道高五十度零五分即春秋分午正太陽之高己辛為赤道高度之正弦如求



春秋分日巳正太陽之高則從天頂甲過巳正作甲巳壬高弧其巳壬即巳正高弧巳癸為巳正高弧之正弦巳距午正巳三十度己巳為距午正三十度之矢巳丁為距午正三十度之餘弦即距卯正六十度之正弦即戊己丁辛巳丁癸同式兩勾

股形故以己丁半徑與己辛赤道高五十度零五分之正弦之比即同於巳丁距午正三十度之餘弦與巳癸巳正高弧之正弦之比而得巳癸高弧之正弦檢表得巳壬高弧即春秋分日巳正太陽之高也葢春秋分日太陽循己丁赤

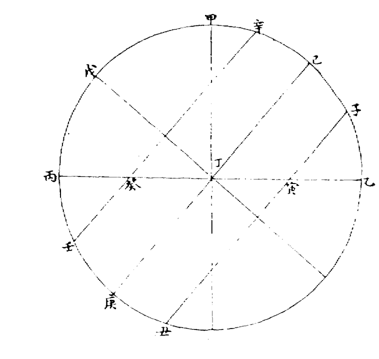


道行從丁出地平為卯正漸高距丁三十度為辰正每一時當赤道三十度每一刻當赤道三度四十五分距丁六十度為巳正距丁九十度至己為午正又漸低距己三十度為未正距己六十度為申正距己九十度復從丁入地平為酉正故春分日與秋分日

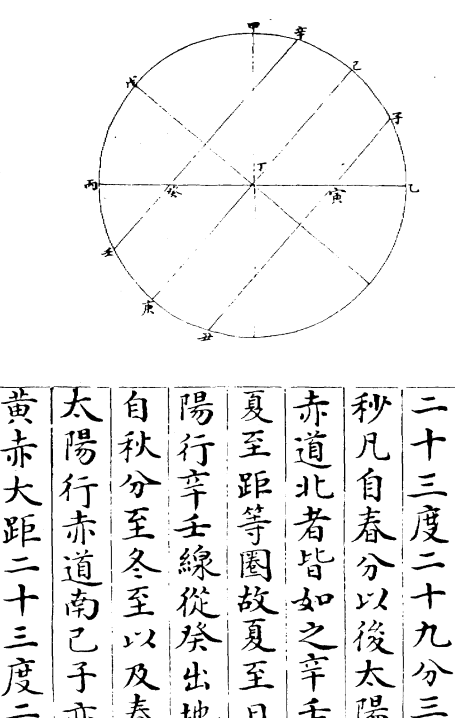
逐時之高弧皆等而午前各時與午後各時之高弧亦等也

春秋分前後太陽不在赤道上有距緯則以本時距緯與赤道高度相加減各取其正弦相加折半為中數相減折半為卯酉高弧之正弦乃以半徑一千萬

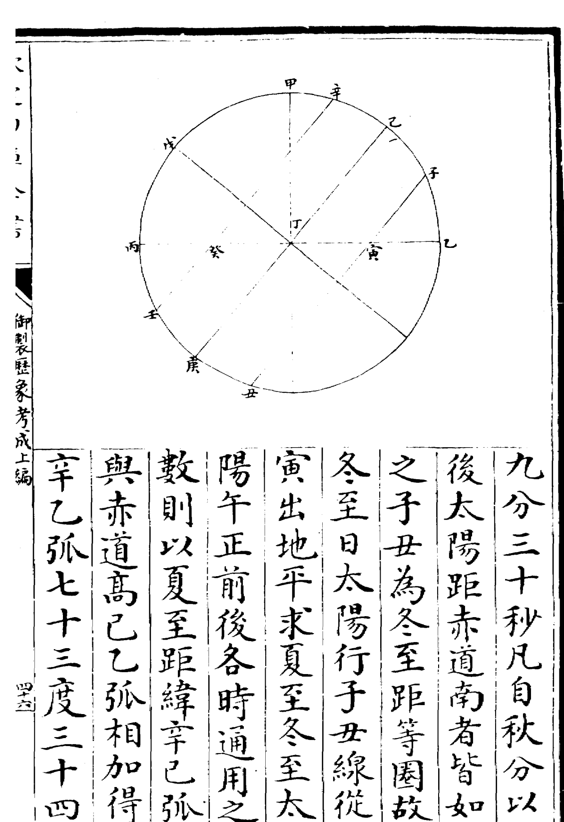
為一率各時刻距午正赤道經度之餘弦為二率中數為三率所得四率為加減差加卯酉高弧正弦得距赤道北各節氣逐日時刻太陽高弧之正弦減卯酉高弧正弦得距赤道南各節氣逐日時刻太陽高弧之正弦若加減差小於



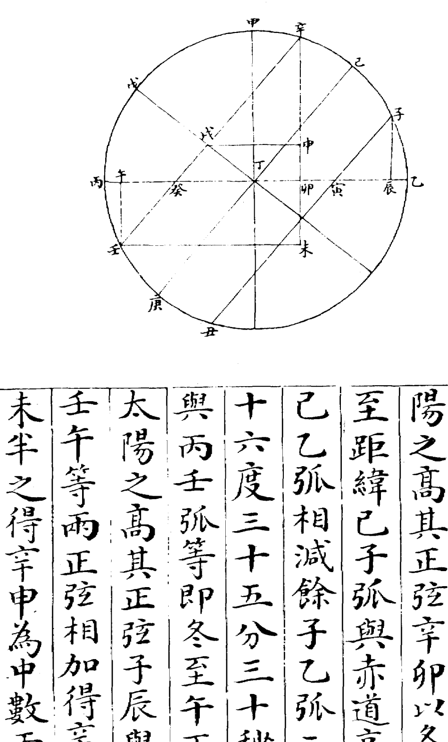
卯酉高弧正弦即為太陽在地平下無高度也如圖甲乙丙為子午圈甲為天頂乙丁丙為地平戊為北極戊丙為京師北極高三十九度五十五分己丁庚為赤道己乙為京師赤道高五十度零五分自春分至夏至以及秋分太陽行



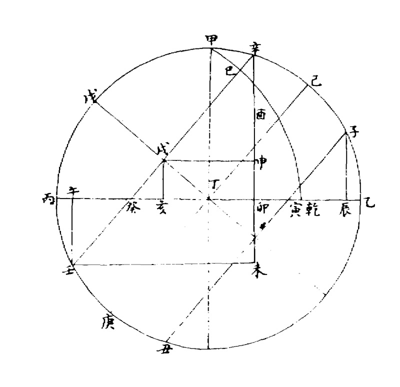
赤道北辛己即黄赤大距二十三度二十九分三十秒凡自春分以後太陽距赤道北者皆如之辛壬為夏至距等圈故夏至日太陽行辛壬線從癸出地平自秋分至冬至以及春分太陽行赤道南己子亦即黄赤大距二十三度二十



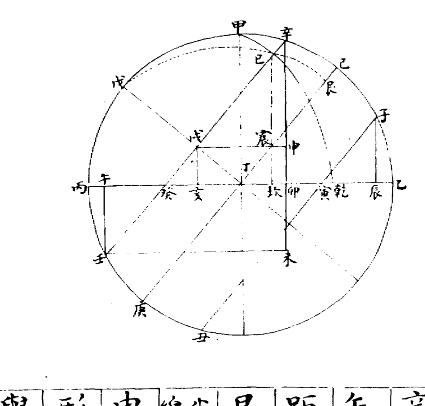
九分三十秒凡自秋分以後太陽距赤道南者皆如之子丑為冬至距等圈故冬至日太陽行子丑線從寅出地平求夏至冬至太陽午正前後各時通用之數則以夏至距緯辛己弧與赤道高己乙弧相加得辛乙弧七十三度三十四



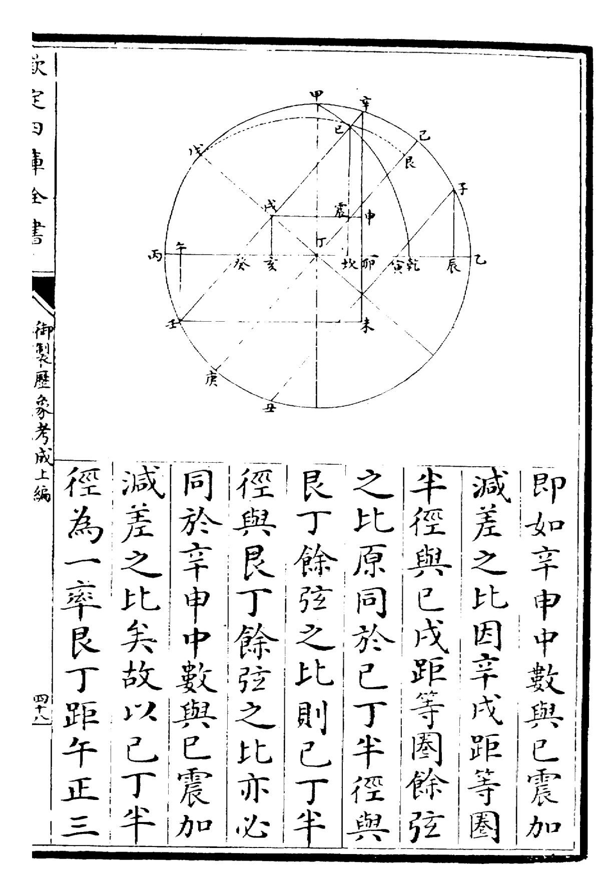
分三十秒即夏至午正太陽之高其正弦辛卯以冬至距緯己子弧與赤道高乙乙弧相減餘子乙弧二十六度三十五分三十秒與丙壬弧等即冬至午正太陽之高其正弦子辰與壬午等兩正弦相加得辛未半之得辛申為中數兩



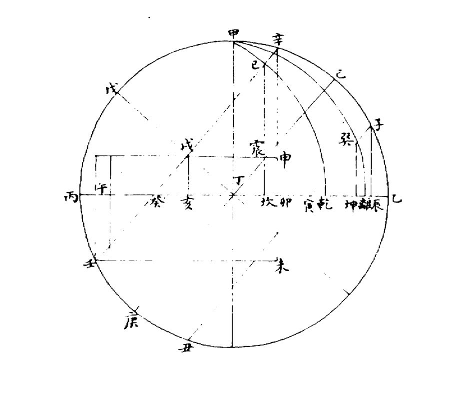
正弦相減餘酉卯半之得申卯（或以中數辛申與正弦辛卯相減即得申卯或以中數申未與正弦卯未相減亦同）為卯酉正弦蓋戌為夏至日卯正酉正太陽所在戌亥為其高弦之正弦却與申卯等故申卯為卯酉之正弦也今求夏至日巳正太陽之高巳乾為高弧其正弦



巳坎巳距午正辛三十度辛巳為距午正三十度之矢與巳艮矢相當巳戌為距午正三十度之餘弦與艮丁相當辛戌距等圈半徑與巳丁赤道半徑平行故其分線皆為相當比例遂成辛申戌巳震戌同式兩勾股形今以辛戌距等圈半徑與巳戌距等圈餘弦之比

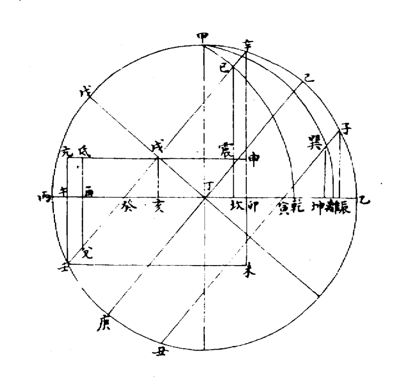


即如辛申中數與巳震加減差之比因辛戌距等圈半徑與巳戌距等圈餘弦之比原同於巳丁半徑與艮丁餘弦之比則巳丁半徑與艮丁餘弦之比亦必同於辛申中數與巳震加減差之比矣故以巳丁半徑為一率艮丁距午正三



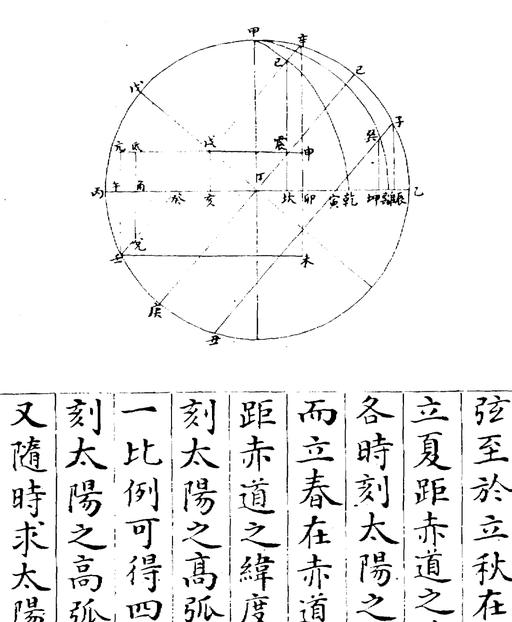
十度之餘弦為二率辛申中數為三率得四率巳震為加減差與卯酉正弦震坎相加震坎與申卯等得巳坎為巳乾高弧之正弦檢表得巳乾高弧即夏至日巳正太陽之高也未正之高弧同如求冬至日巳正太陽之高巽離為高弧其正弦巽坤巽

距午正子三十度子巽為距午正三十度之矢與兌壬等則兌角亦與巽坤等而壬午又原與子辰等今以壬午與兌角各引長加一卯酉正弦申卯分得壬亢與兌氐其壬亢戌勾股形必與辛申戌勾股形相等辛戌與戌壬同為距等圈半徑其分既等則所



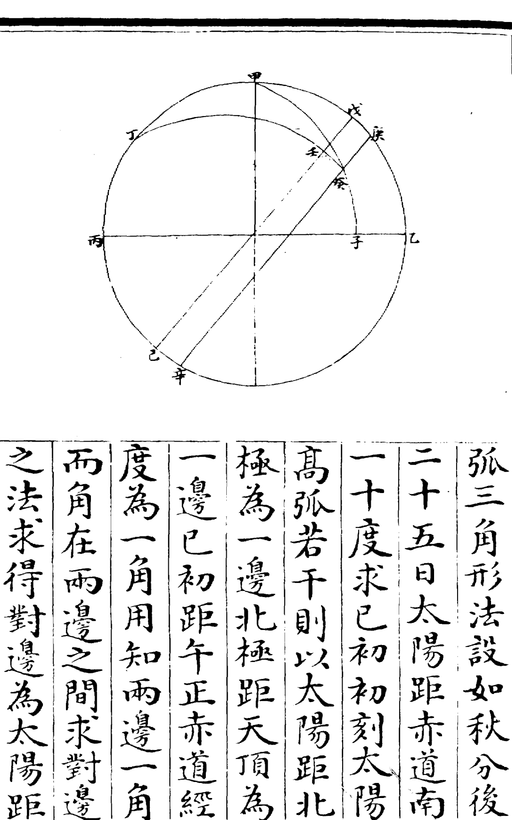
餘二邊亦必等而兌氐戊勾股形亦必與巳震戊勾股形相等故巳震加減差即與兌氐等於兌氐內減去與申卯相等之氐角餘兌角與巽坤等為巽離高弧之正弦檢表得巽離高弧即冬至日巳正太陽之高也未正之高弧同其冬夏至前後各節

氣並以距赤道南北緯度如法求之如立夏在赤道北立冬在赤道南其距緯相等則其加減之數皆同用故求得加減差以加卯酉高弧正弦得立夏日各時刻太陽高弦之正弦以減卯酉高弧正弦得立冬日各時刻太陽高弧之正

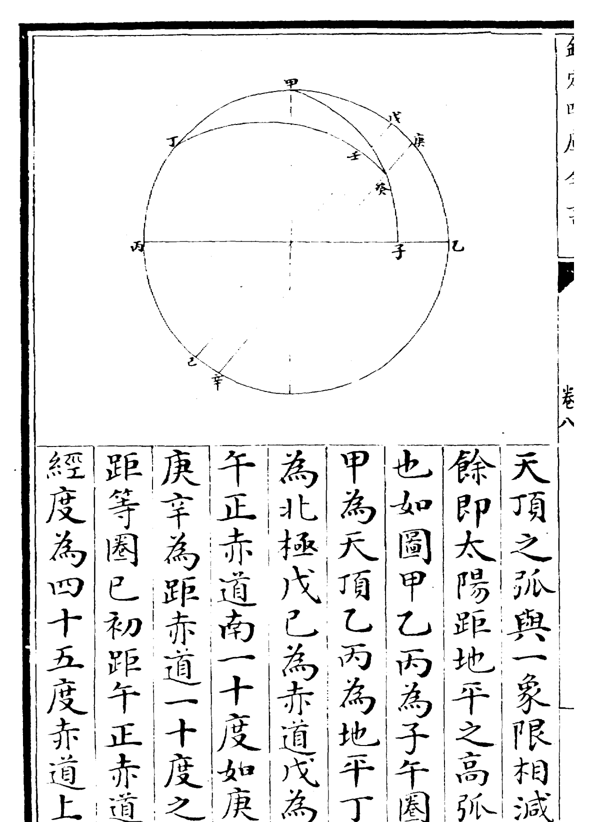


弦至於立秋在赤道北與立夏距赤道之緯度等其各時刻太陽之高弧必等而立春在赤道南與立冬距赤道之緯度等其各時刻太陽之高弧亦等故用一比例可得四節氣各時刻太陽之高弧也

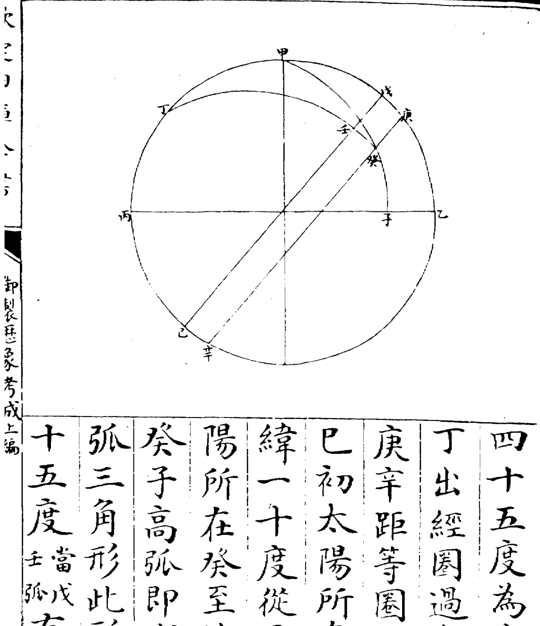
又隨時求太陽高弧用斜



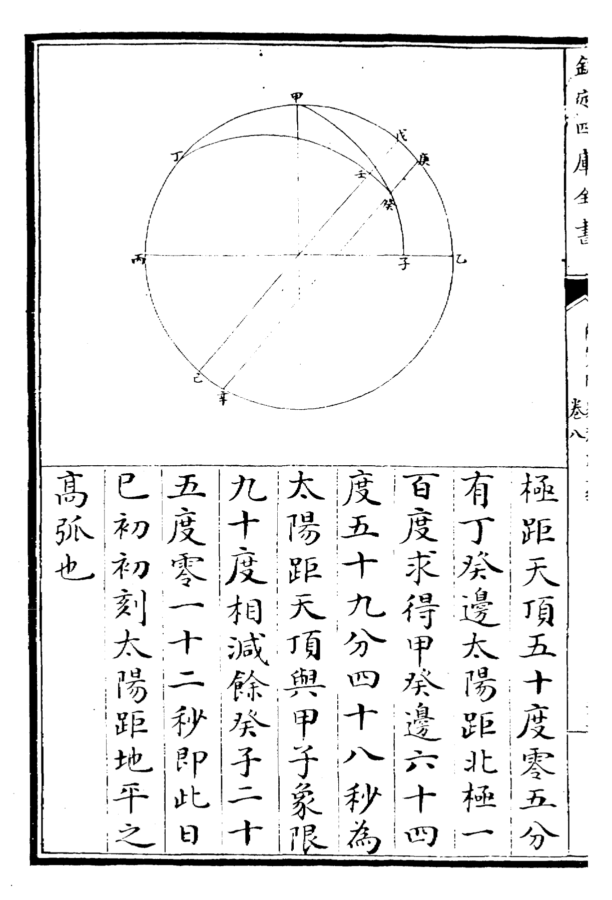
弧三角形法設如秋分後二十五日太陽距赤道南一十度求巳初初刻太陽高弧若干則以太陽距北極為一邊北極距天頂為一邊巳初距午正赤道經度為一角用知兩邊一角兩角在兩邊之間求對邊之法求得對邊為太陽距



天頂之弧與一象限相減餘即太陽距地平之高弧也如圖甲乙丙為子午圈甲為天頂乙丙為地平丁為北極戊己為赤道戊為午正赤道南一十度如庚庚辛為距赤道一十度之距等圈已初距午正赤道經度為四十五度赤道上



四十五度為戊壬從北極丁出經圈過赤道壬點至庚辛距等圈癸點即本日巳初太陽所在壬癸為距緯一十度從天頂甲過太陽所在癸至地平子作甲癸子高弧即成丁甲癸斜弧三角形此形有丁角四十五度（當戊壬弧）有丁甲邊北



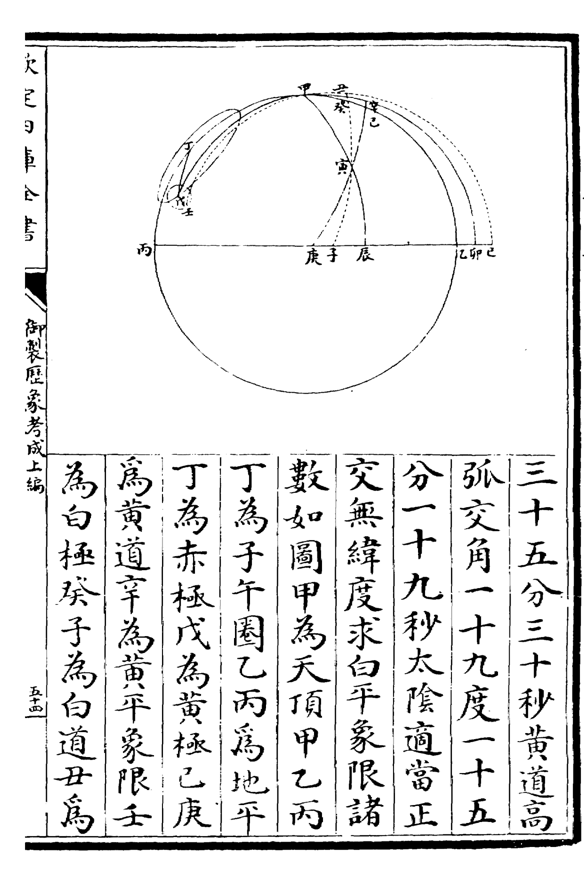
極距天頂五十度零五分有丁癸邊太陽距北極一百度求得甲癸邊六十四度五十九分四十八秒為太陽距天頂與甲子象限九十度相減餘癸子二十五度零一十二秒即此日巳初初刻太陽距地平之高弧也

求白平象限及白道高弧交角并太陰高弧

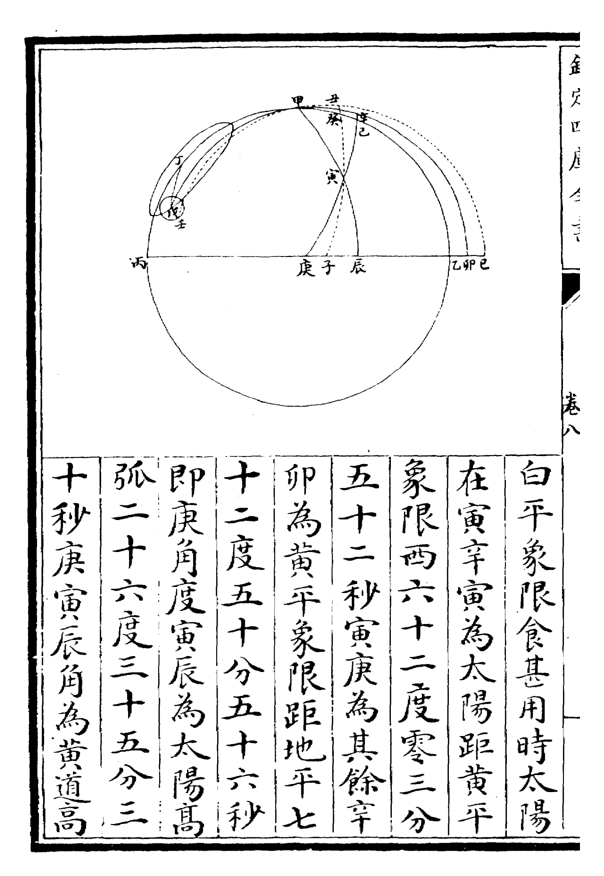
求白平象限及白道高弧交角并太陰高弧雖由黃平象限及黃道高弧交角并太陽高弧而得然而用弧三角細推之止用黃平象限用捷法加減之止用黃道高弧交角細推之法食甚用時不在兩交點者得數為密而立表則甚繁蓋白道之交於黃道即如黃道之交於赤道黃平象限既因赤道之高度而隨地不同則白平象限亦必因黃道之高度而隨時不同也加減之法食甚用時不在兩交點者得數少差

而入筭則甚簡葢食限距交不過一十六度食限距緯不過一度太陰正當黃道者其數本同太陰雖不正當黃道者而得數亦畧相等也要之細推之法為明其理加減之法為便於用今按法列圖如左

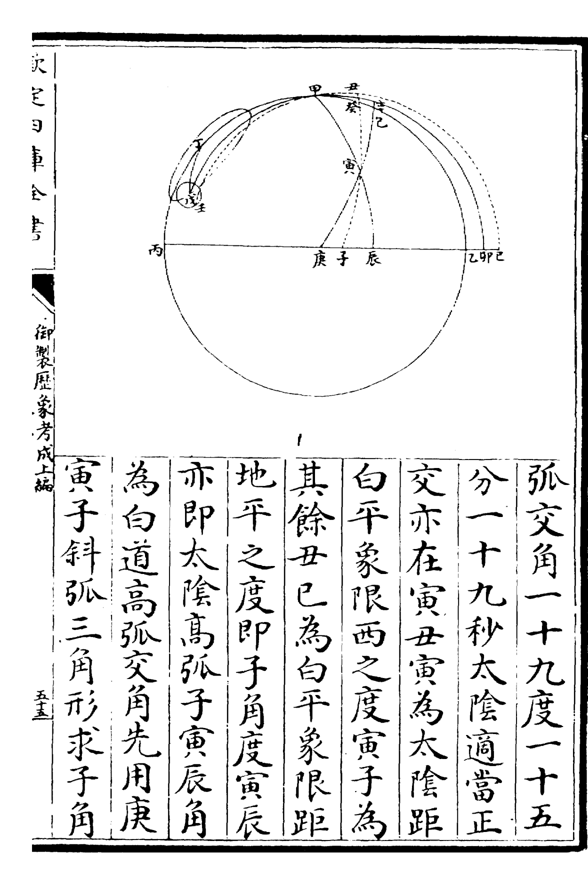
設食甚用時太陽距黃平象限西六十二度零三分五十二秒黃平象限距地平七十二度五十分五十六秒太陽高弧二十六度



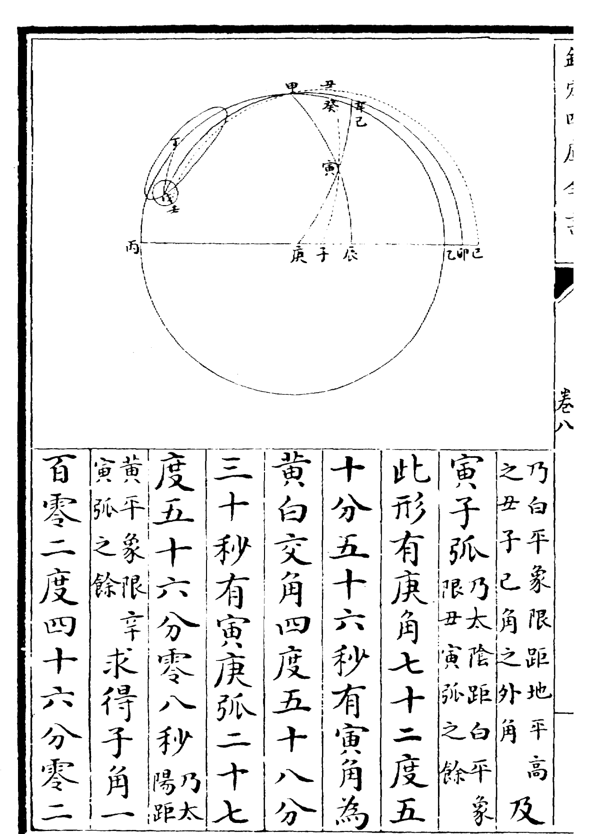
三十五分三十秒黄道高弧交角一十九度一十五分一十九秒太陰適當正交無緯度求白平象限諸數如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極戊為黄極己庚為黄道辛為黄平象限壬為白極癸子為白道丑為



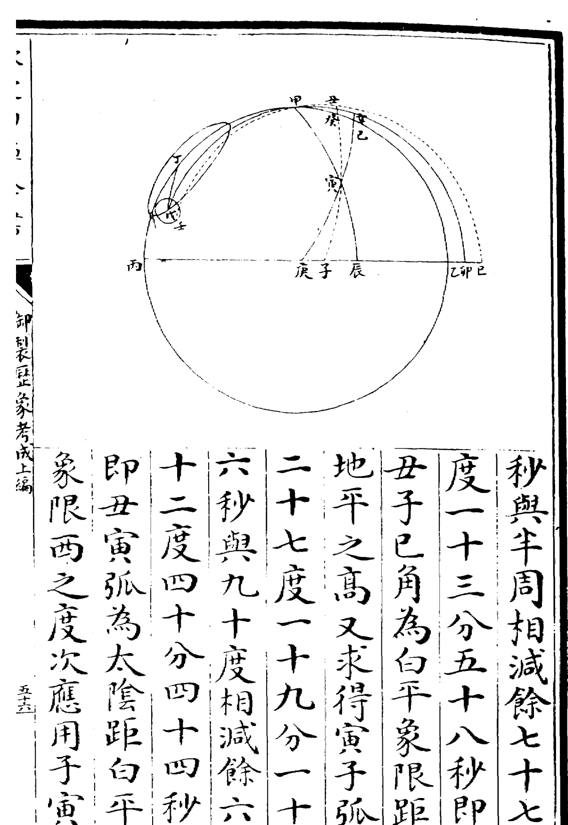
白平象限食甚用時太陽在寅辛寅為太陽距黃平象限西六十二度零三分五十二秒寅庚為其餘辛卯為黃平象限距地平七十二度五十分五十六秒即庚角度寅辰為太陽高弧二十六度三十五分三十秒庚寅辰角為黃道高



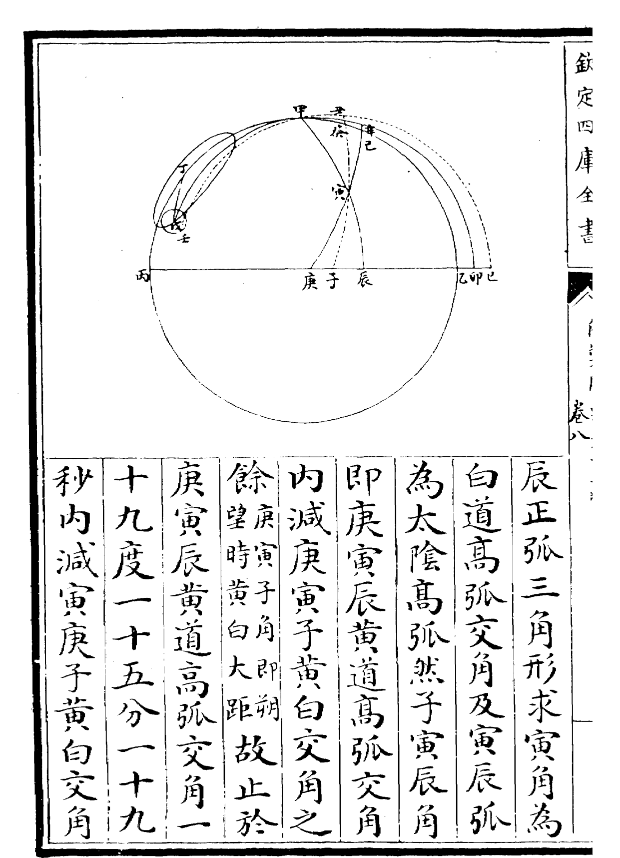
弧交角一十九度一十五分一十九秒太陰適當正交亦在寅丑寅為太陰距白平象限西之度寅子為其餘丑巳為白平象限距地平之度即子角度寅辰亦即太陰高弧子寅辰角為白道高弧交角先用庚寅子斜弧三角形求子角



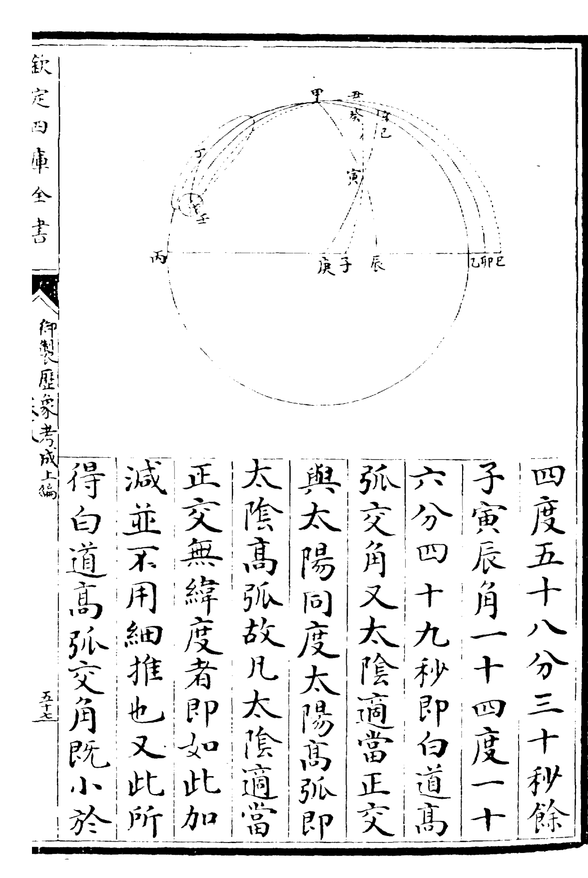
乃白平象限距地平高之丑子己角之外角及寅子弧乃太陰距白平象限丑寅弧之餘此形有庚角七十二度五十分五十六秒有寅角為黄白交角四度五十八分三十秒有寅庚弧二十七度五十六分零八秒乃太陽距黄平象限辛寅弧之餘求得子角一百零二度四十六分零二



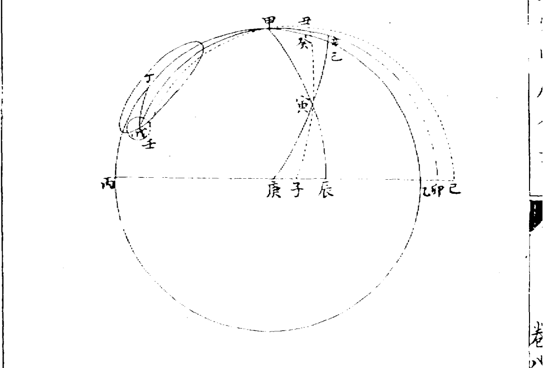
秒與半周相減餘七十七度一十三分五十八秒即丑子巳角為白平象限距地平之高又求得寅子弧二十七度一十九分一十六秒與九十度相減餘六十二度四十分四十四秒即丑寅弧為太陰距白平象限西之度次應用子寅



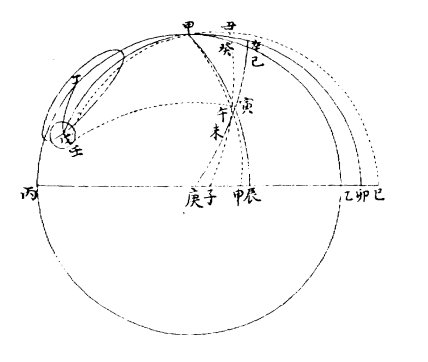
辰正弧三角形求寅角為白道高弧交角及寅辰弧為太陰高弧然子寅辰角即庚寅辰黃道高弧交角內減庚寅子黃白交角之餘（庚寅子角即朔望時黃白大距）故止於庚寅辰黃道高弧交角一十九度一十五分一十九秒內減寅庚子黃白交角



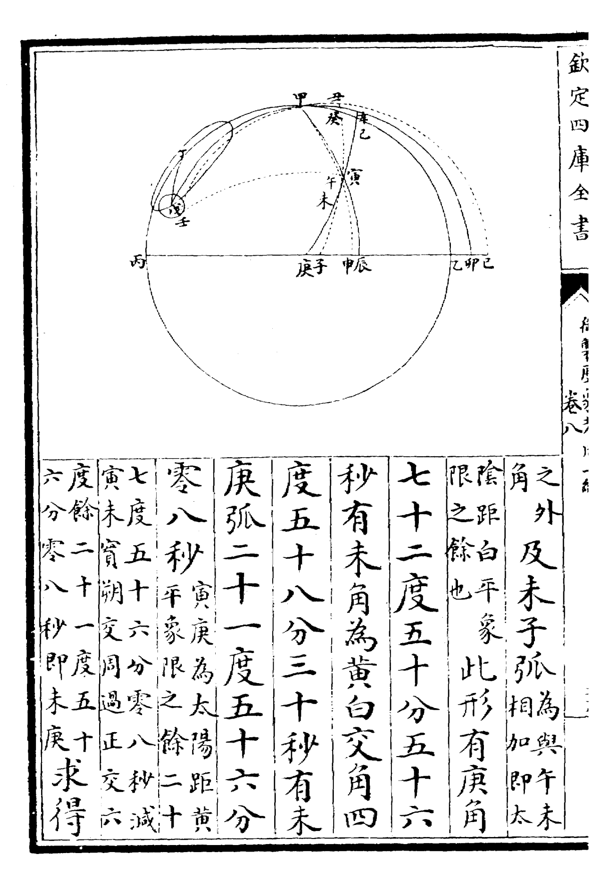
四度五十八分三十秒餘子寅辰角一十四度一十六分四十九秒即白道高弧交角又太陰適當正交與太陽同度太陽高弧即太陰高弧故凡太陰適當正交無緯度者即如此加減並不用細推也又此所得白道高弧交角既小於



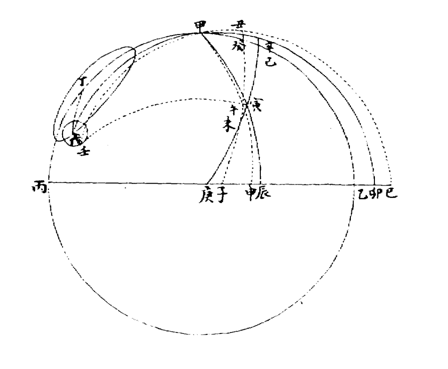
黃道高弧交角即知太陰距黃平象限近距白平象限遠在黃平象限辛點西者必更在白平象限丑點之西而黃道高弧交角足減黃白交角即知白平象限雖高於黃平象限猶未與高弧合仍在天頂南也設食甚用時太陽仍在寅



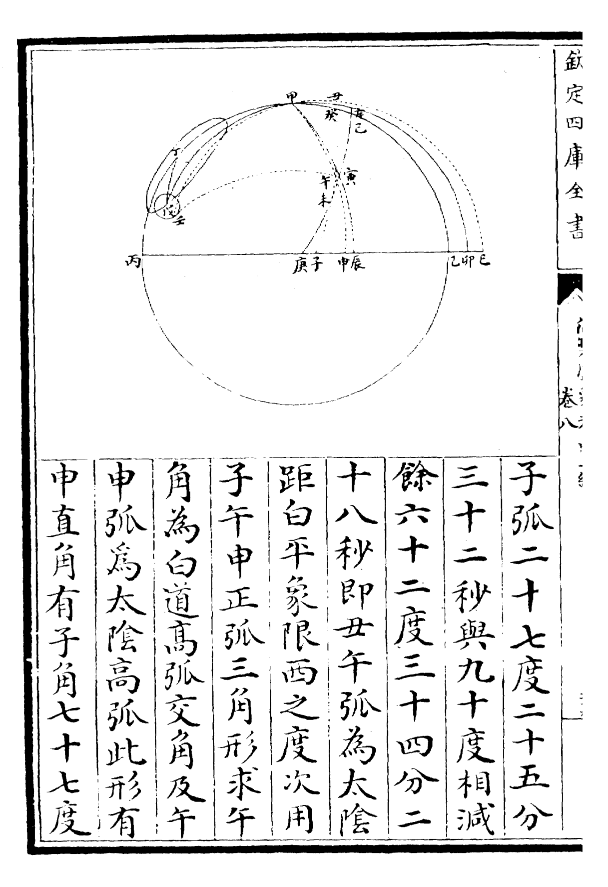
而太陰過正交後如午食甚交周過正交後五度五十八分三十九秒如午未食甚交周白道度也實朔交周過正交後六度如寅未實朔交周黃道度也則午申為太陰高弧子午申角為白道高弧交角先用庚未子斜弧三角形求子角乃白平象限距地平高之丑子巳角



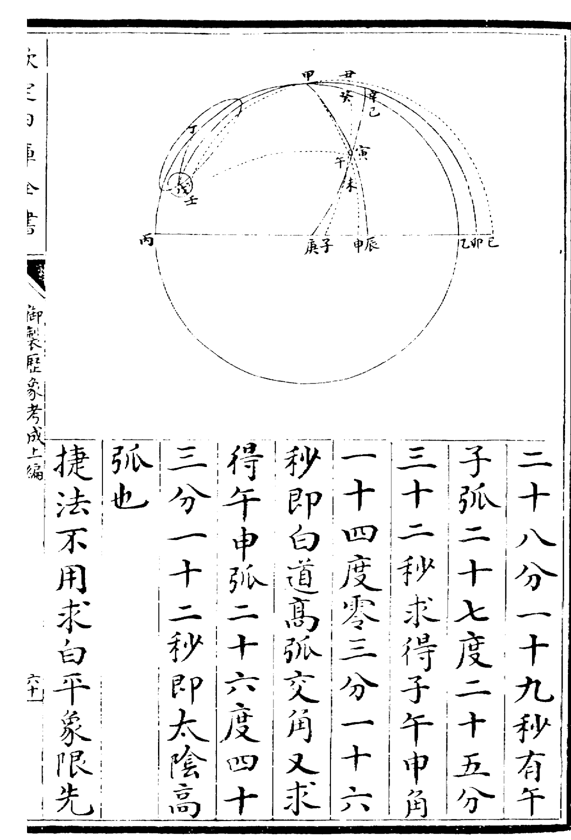
之外角及未子弧為與午未相加即太陰距白平象限之餘也此形有庚角七十二度五十分五十六秒有未角為黃白交角四度五十八分三十秒有未庚弧二十一度五十六分零八秒寅庚為太陽距黃平象限之餘二十七度五十六分零八秒減寅未實朔交周過正交六度餘二十一度五十六分零八秒即未庚求得



子角一百零二度三十一分四十一秒與半周相減餘七十七度二十八分一十九秒即丑子巳角為白平象限距地平之高又求得未子弧二十一度二十六分五十三秒與午未食甚交周過正交五度五十八分三十九秒相加得午

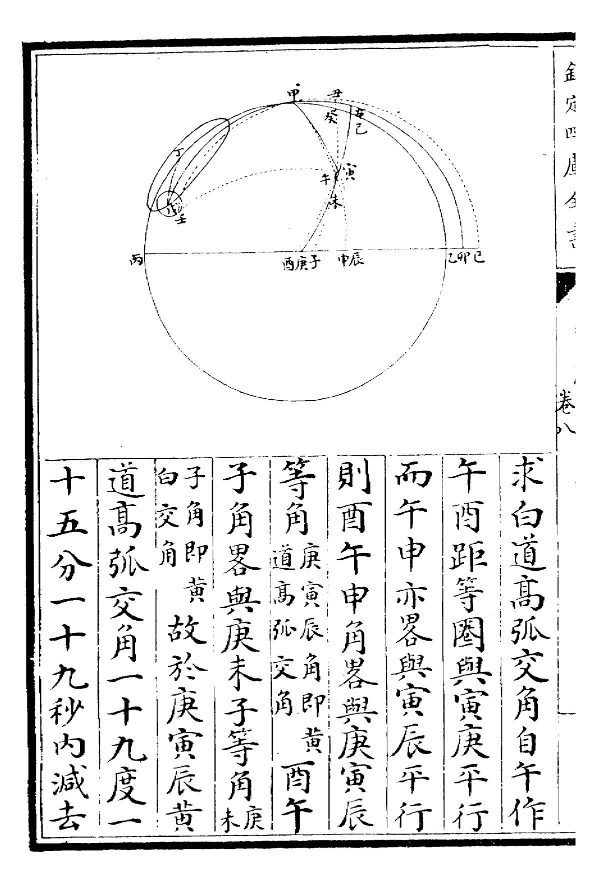


子弧二十七度二十五分三十二秒與九十度相減餘六十二度三十四分二十八秒即丑午弧為太陰距白平象限西之度次用子午申正弧三角形求午角為白道高弧交角及午申弧為太陰高弧此形有申直角有子角七十七度



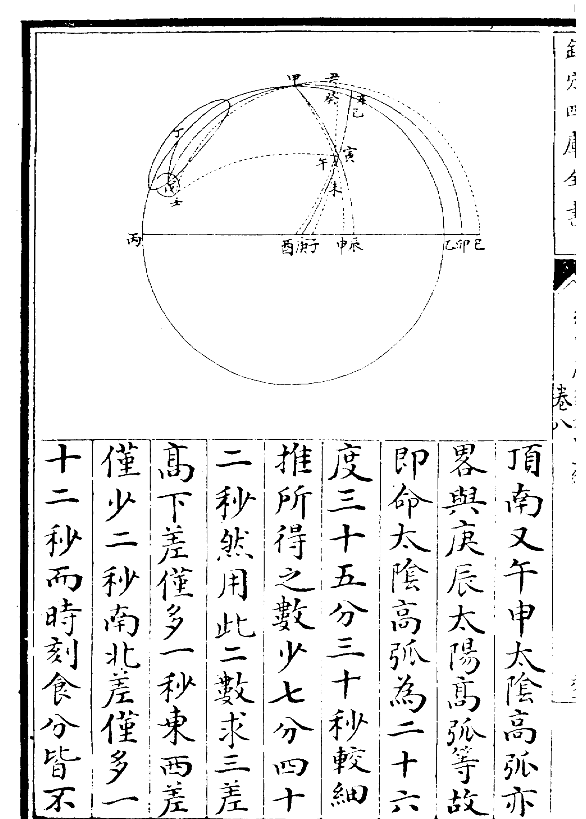
二十八分一十九秒有午子弧二十七度二十五分三十二秒求得子午申角一十四度零三分一十六秒即白道高弧交角又求得午申弧二十六度四十三分一十二秒即太陰高弧也

捷法不用求白平象限先

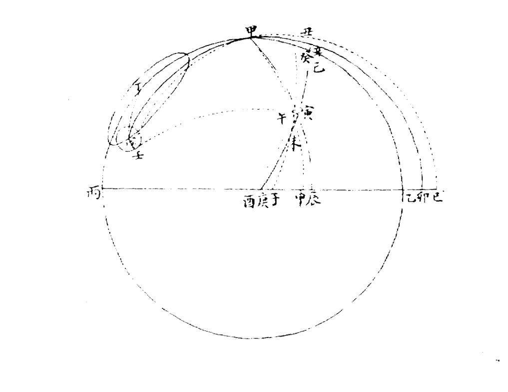


求白道高弧交角自午作午酉距等圈與寅庚平行而午申亦畧與寅辰平行則酉午申角畧與庚寅辰等角（庚寅辰角即黄道高弧交角）酉午子角畧與庚未子等角（庚未子角即黄白交角）故於庚寅辰黄道高弧交角一十九度一十五分一十九秒内減去

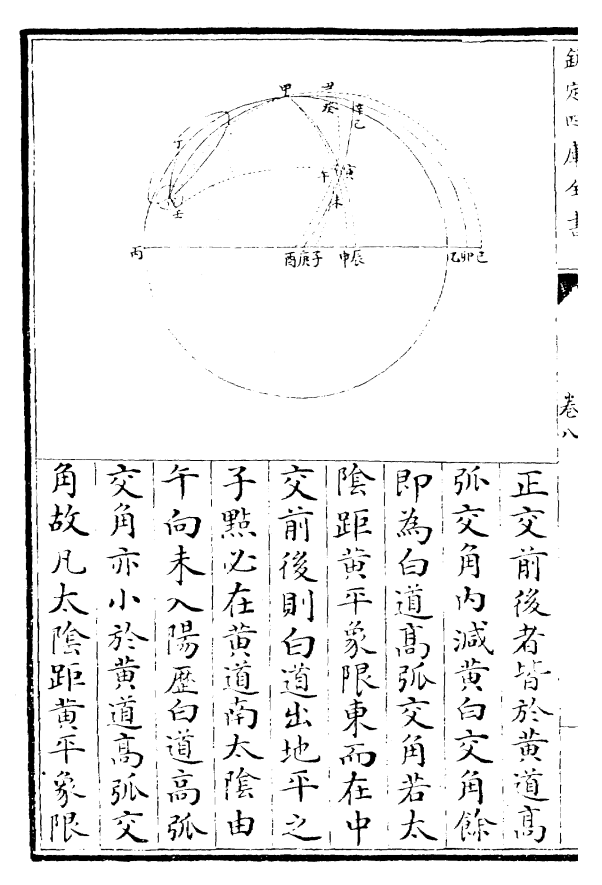
庚未子黃白交角四度五十八分三十秒餘一十四度一十六分四十九秒即如酉午申角內減去酉午子角餘子午申角為白道高弧交角也較細推所得之數多一十三分三十三秒而太陰亦仍在白平象限西白平象限亦仍在天



頂南又午申太陰高弧亦畧與庚辰太陽高弧等故即命太陰高弧為二十六度三十五分三十秒較細推所得之數少七分四十二秒然用此二數求三差高下差僅多一秒東西差僅少二秒南北差僅多一十二秒而時刻食分皆不



過差數秒可以不計且立算甚簡捷可省白平象限立表之繁也凡太陰距黃平象限西而在正交前後則白道入地平之子點必在黃道南太陰由未向午入陰歷白道高弧交角皆小於黃道高弧交角故凡太陰距黃平象限西而在

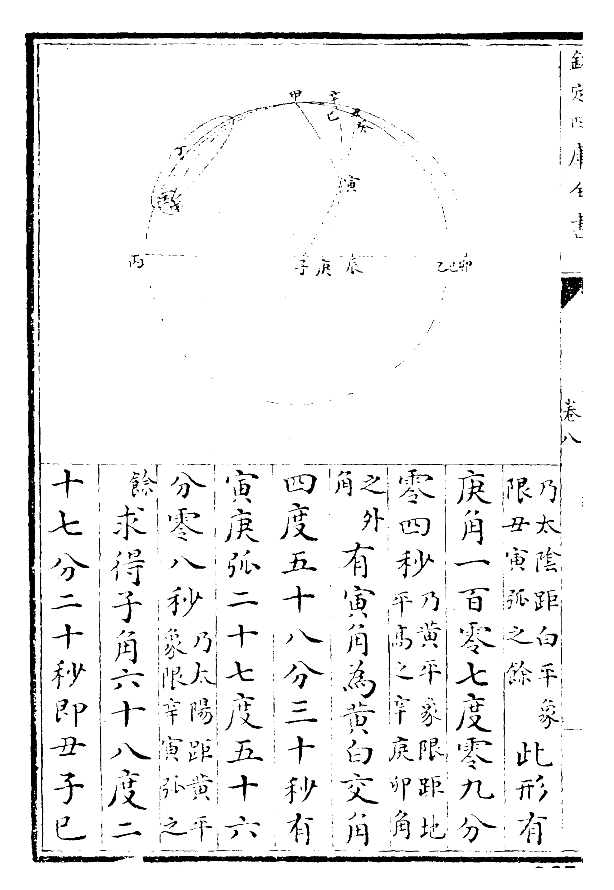


正交前後者皆於黃道高弧交角內減黃白交角餘即為白道高弧交角若太陰距黃平象限東而在中交前後則白道出地平之子點必在黃道南太陰由午向未入陽歷白道高弧交角亦小於黃道高弧交角故凡太陰距黃平象限



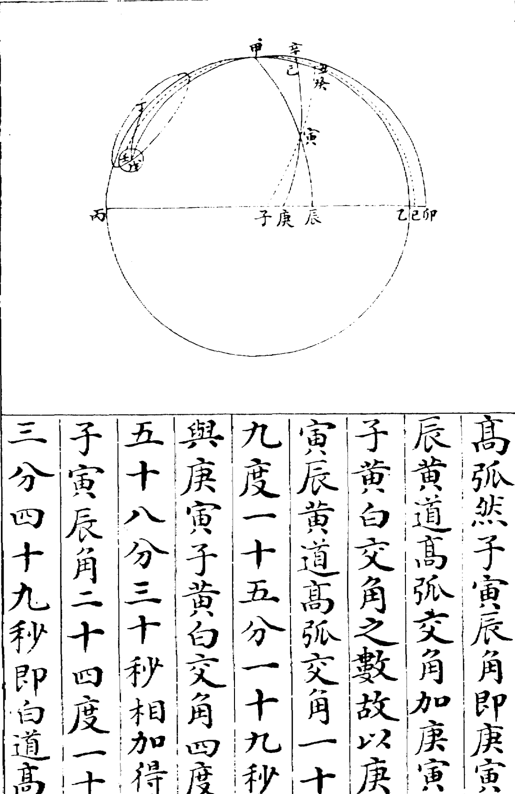
東而在中交前後者亦於黄道高弧交角内減黄白交角餘為白道高弧交角也

設食甚用時太陽仍在寅而太陰適當中交無緯度求白平象限諸數則先用庚寅子斜弧三角形求子角即白平象限距地平之高及寅子弧



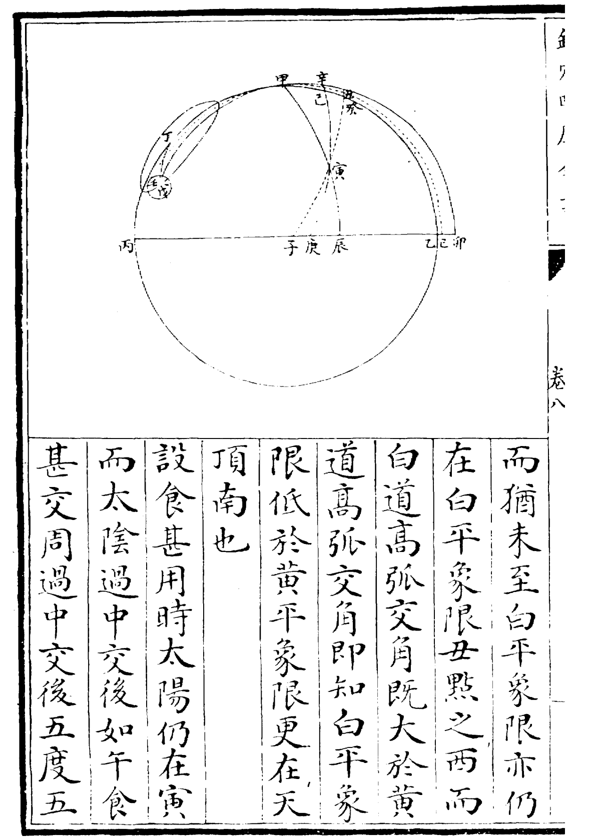
乃太陰距白平象限丑寅弧之餘此形有庚角一百零七度零九分零四秒乃黃平象限距地平高之辛庚卯角之外角有寅角為黃白交角四度五十八分三十秒有寅庚弧二十七度五十六分零八秒乃太陽距黃平象限辛寅弧之餘求得子角六十八度二十七分二十秒即丑子巳

角爲白平象限距地平之高又求得寅子弧二十八度四十六分零二秒與九十度相減餘六十一度一十三分五十八秒即丑寅弧為太陰距白平象限西之度次應用子寅辰正弧三角形求寅角為白道高弧交角及寅辰弧為太陰



高弧然子寅辰角即庚寅辰黃道髙弧交角加庚寅子黃白交角之數故以庚寅辰黃道髙弧交角一十九度一十五分一十九秒與庚寅子黃白交角四度五十八分三十秒相加得子寅辰角二十四度一十三分四十九秒即白道髙

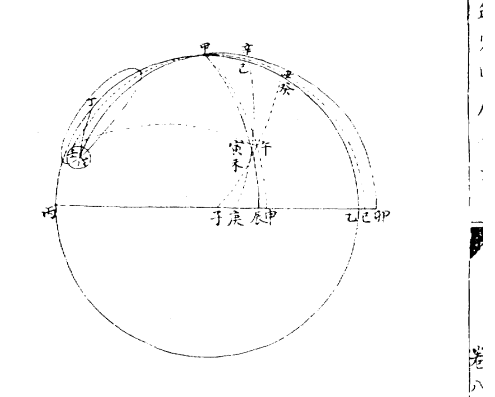
弧交角又太陰當適中交與太陽同度太陽高弧即太陰高弧故凡太陰適當中交無緯度者即如此加減並不用細推也又此所得白道高弧交角雖大於黃道高弧交角而猶未滿九十度即知太陰雖距黃平象限遠距白平象限近



而猶未至白平象限亦仍在白平象限丑點之西而白道高弧交角既大於黄道高弧交角即知白平象限低於黄平象限更在天頂南也

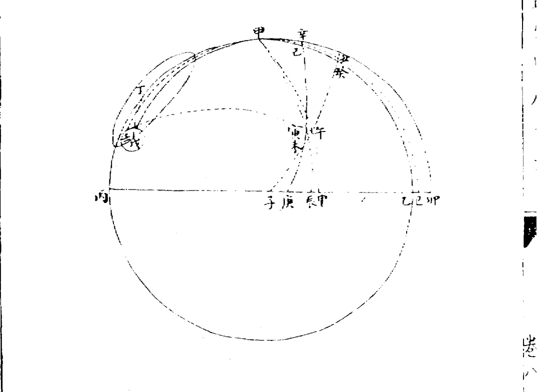
設食甚用時太陽仍在寅而太陰過中交後如午食甚交周過中交後五度五

十八分三十九秒如午未食甚交周白道度也實朔交周過中交後六度如寅未實朔交周黄道度也則午申為太陰高弧子午申角為白道高弧交角先用庚未子斜弧三角形求子角即白平象限距地平之高及未子弧為與午未相加即太陰距白平象限之餘也此形有庚角一百零七



度零九分零四秒乃黄平象限距地平高之辛庚卯角之外角有未角為黄白交角四度五十八分三十秒有未庚弧二十一度五十六分零八秒寅庚為太陽距黄平象限之餘二十七度五十六分零八秒減寅未實朔交周過中交六度餘二十一度五十六分零八秒即未庚求得子角六十八度三十八分一十一秒即

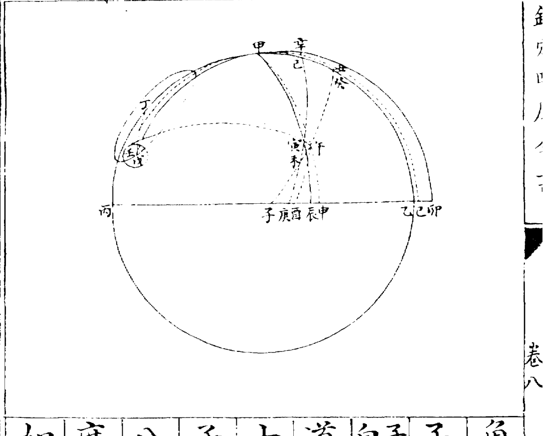
丑子巳角爲白平象限距地平之高又求得未子弧二十二度三十六分零七秒與午未食甚交周過中交五度五十八分三十九秒相加得午子弧二十八度三十四分四十六秒與九十度相減餘六十一度二十五分一十四秒即丑



午弧為太陰距白平象限西之度次用子午申正弧三角形求午角為白道高弧交角及午申弧為太陰高弧此形有申直角有子角六十八度三十八分一十一秒有午子弧二十八度三十四分四十六秒求得子午申角二十四度二

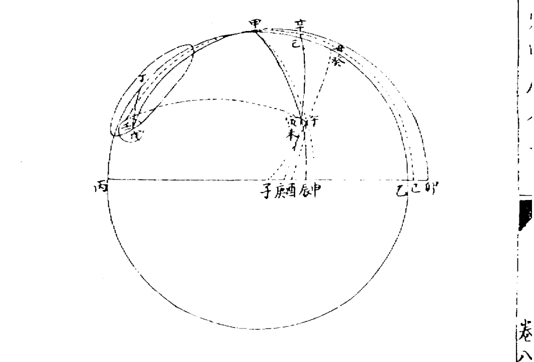
十四分四十秒即白道高弧交角又求得午申弧二十六度二十二分四十三秒即太陰高弧也

捷法不用求白平象限先求白道高弧交角自午作午酉距等圈與寅庚平行而午申亦畧與寅辰平行則酉午申角畧與庚寅辰



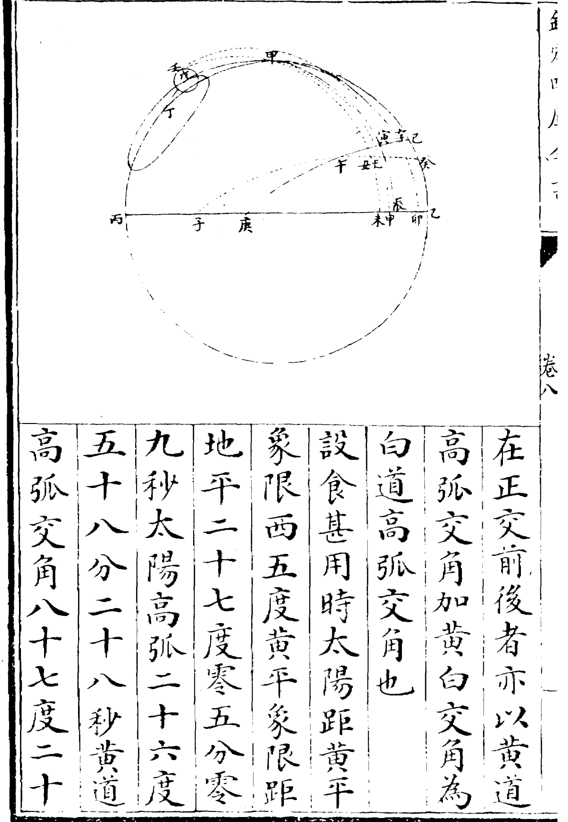
角等（庚寅辰角即黃道高弧交角）酉午子角畧與庚未子角等（庚未子角即黃白交角）故以庚寅辰黃道高弧交角一十九度一十五分一十九秒與庚未子黃白交角四度五十八分三十秒相加得二十四度一十三分四十九秒即如酉午申角加酉午子角

得子午申角爲白道高弧交角也較細推所得之數少一十分五十一秒而太陰亦仍在白平象限西白平象限亦仍在天頂南又午申太陰高弧亦畧與寅辰太陽高弧等故即命太陰高弧爲二十六度三十五分三十秒較細推所得



之數多一十二分四十七秒然以用求三差所差亦甚微可以不計凡太陰距黄平象限西而在中交前後則白道入地平之子點必在黄道北太陰由未向午入陽歷白道高弧交角皆大於黄道高弧交角故凡太陰距黄平象限西而

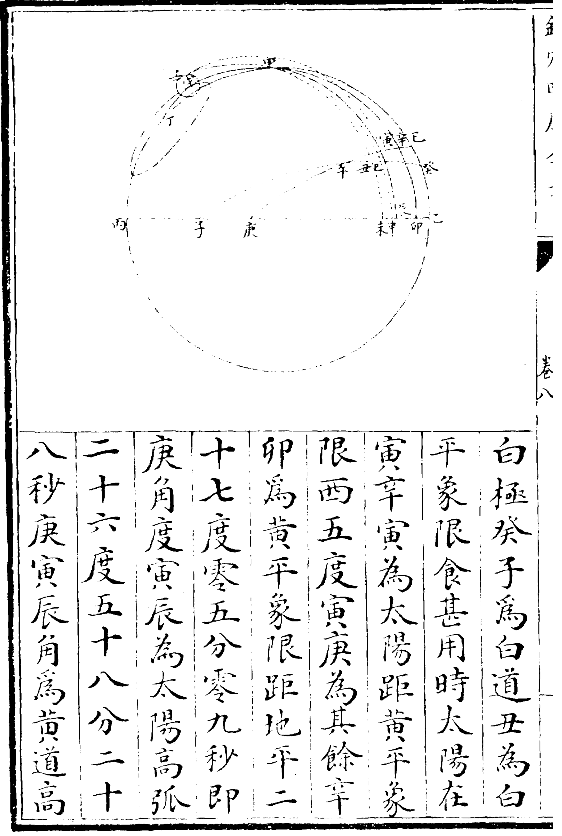
在中交前後者皆以黃道高弧交角加黃白交角即為白道高弧交角若太陰距黃平象限東而在正交前後則白道出地平之子點必在黃道北太陰由午向未入陰歷白道高弧交角亦大於黃道高弧交角故太陰距黃平象限東而



在正交前後者亦以黃道高弧交角加黃白交角為白道高弧交角也

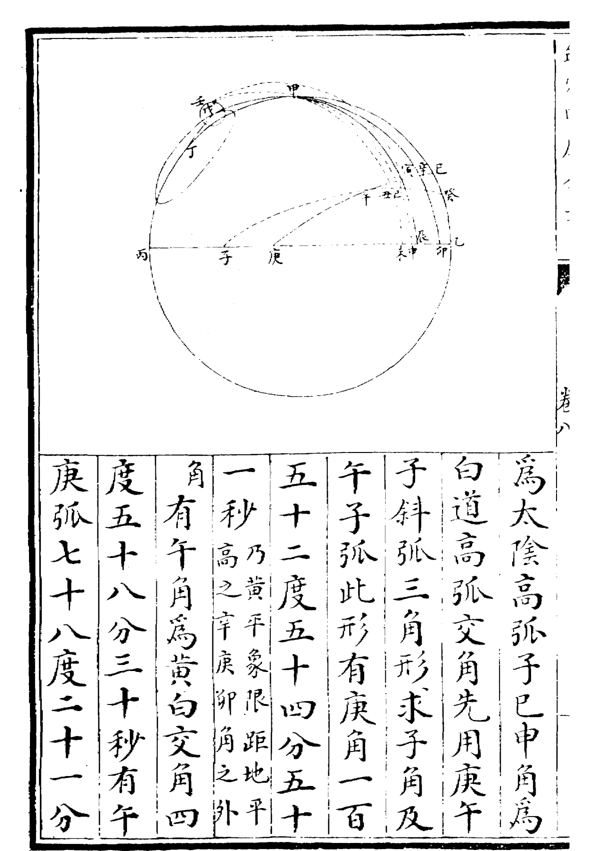
設食甚用時太陽距黃平象限西五度黃平象限距地平二十七度零五分零九秒太陽高弧二十六度五十八分二十八秒黃道高弧交角八十七度二十

六分五十二秒太陰食甚交周過中交後六度三十六分三十七秒實朔交周過中交後六度三十八分零七秒求白平象限諸數如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極戊為黄極己庚為黄道辛為黄平象限壬為

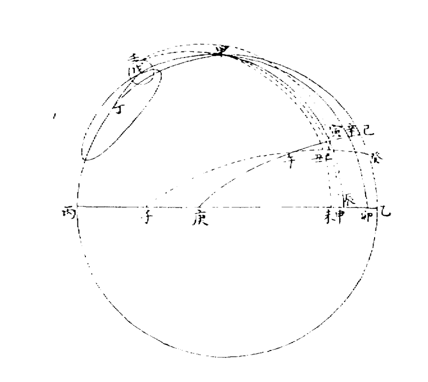


白極癸子為白道丑為白平象限食甚用時太陽在寅辛寅為太陽距黄平象限西五度寅庚為其餘辛卯為黄平象限距地平二十七度零五分零九秒即庚角度寅辰為太陽高弧二十六度五十八分二十八秒庚寅辰角為黄道高

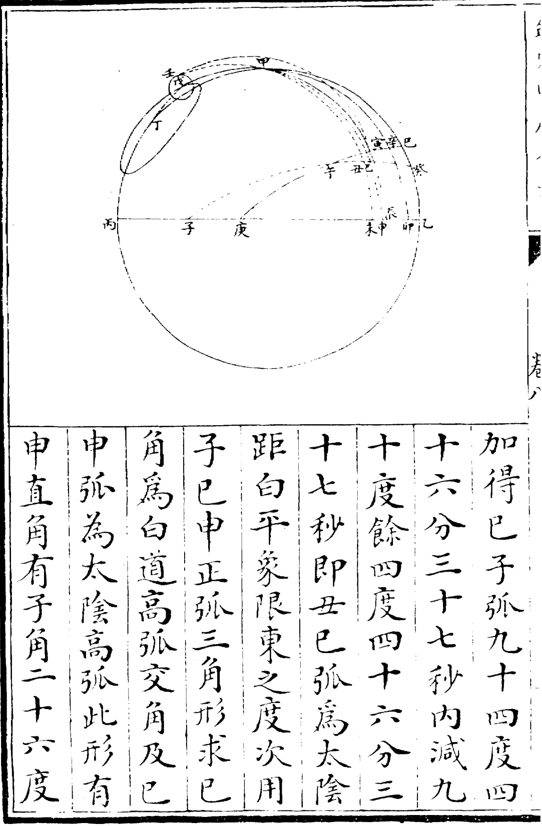
弧交角八十七度二十六分五十二秒太陰過中交後在巳巳午為食甚交周過中交後六度三十六分三十七秒食甚交周白道度也寅午為實朔交周過中交後六度三十八分零七秒實朔交周黃道度也丑未為白平象限距地平之度即子角度巳申



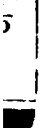
爲太陰高弧子巳申角爲白道高弧交角先用庚午子斜弧三角形求子角及午子弧此形有庚角一百五十二度五十四分五十一秒乃黄平象限距地平高之辛庚卯角之外角有午角爲黄白交角四度五十八分三十秒有午庚弧七十八度二十一分



五十三秒寅庚為太陽距黄平象限之餘八十五度減寅午實朔交周過中交六度三十八分零七秒餘七十八度二十一分五十三秒即午庚求得子角二十六度三十分即丑未弧為白平象限距地平之高又求得午子弧八十八度一十分與巳午食甚交周過中交後六度三十六分三十七秒相

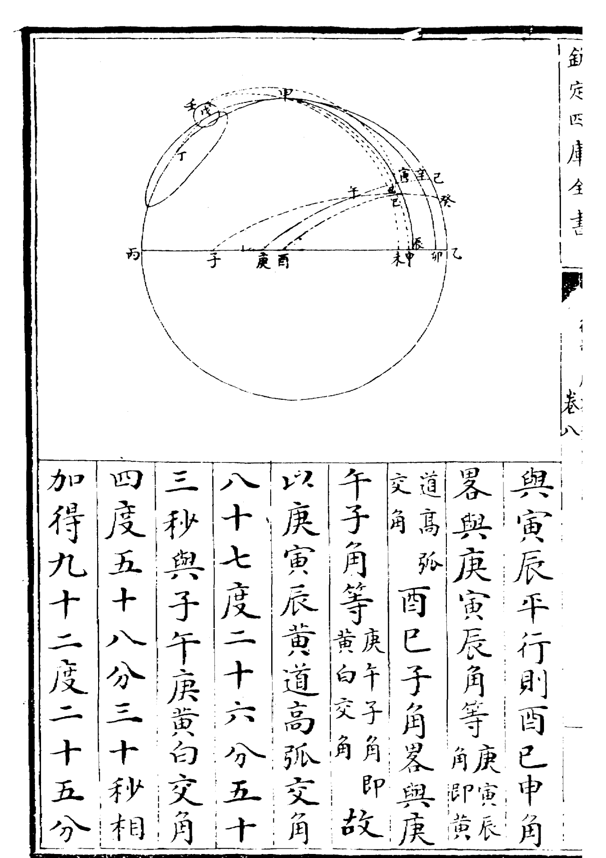


加得巳子弧九十四度四十六分三十七秒内減九十度餘四度四十六分三十七秒即丑巳弧爲太陰距白平象限東之度次用子巳申正弧三角形求巳角爲白道高弧交角及巳申弧為太陰高弧此形有申直角有子角二十六度



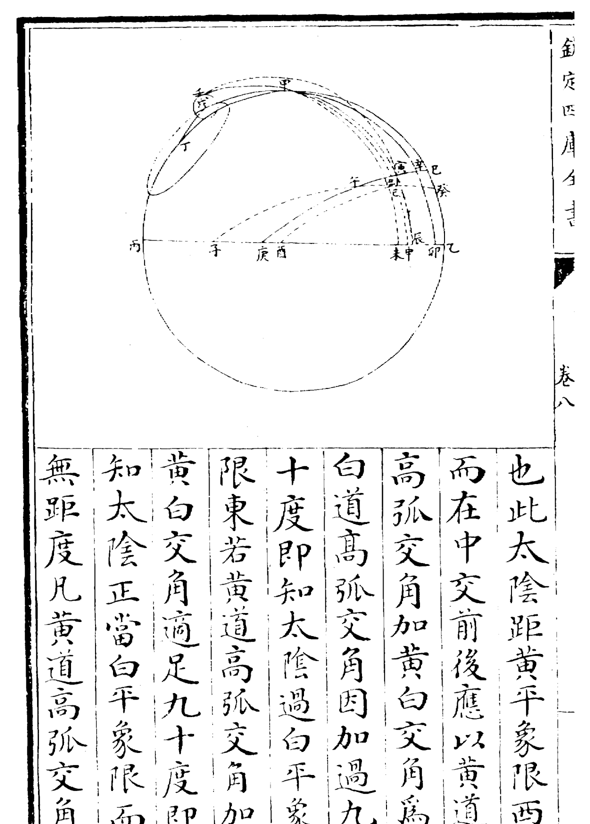
三十分有巳子弧九十四度四十六分三十七秒求得巳角九十二度二十二分三十二秒即白道高弧交角又求得巳申弧二十六度二十四分零三秒即太陰高弧也

捷法自巳作巳酉距等圈與寅庚平行而巳申亦畧

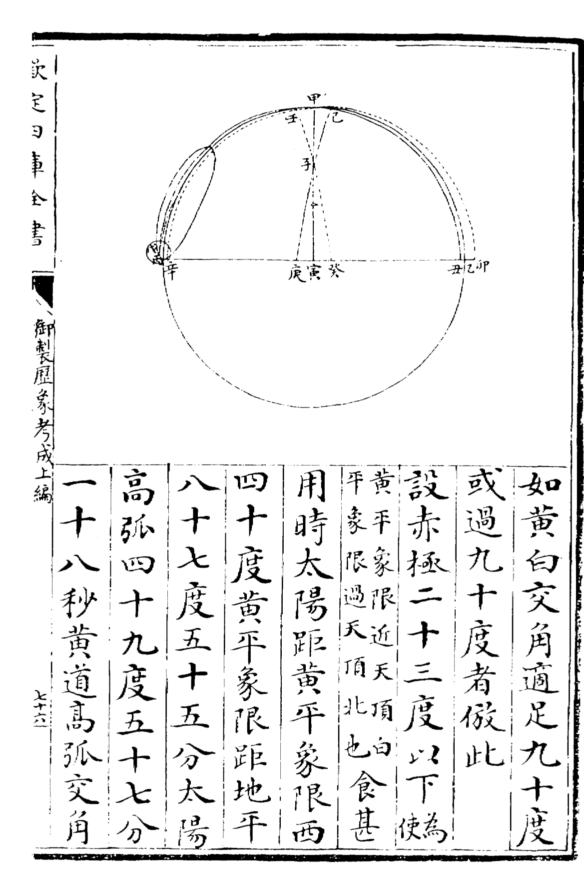


與寅辰平行則酉巳申角畧與庚寅辰角等庚寅辰角即黄道高弧交角酉巳子角畧與庚午子角等庚午子角即黄白交角故以庚寅辰黄道高弧交角八十七度二十六分五十三秒與子午庚黄白交角四度五十八分三十秒相加得九十二度二十五分

二十三秒即如酉巳申角加酉巳子角得子巳申角爲白道高弧交角也此所得白道高弧交角過九十度即知太陰過白平象限丑點之東又寅辰太陽高弧畧與巳申太陰高弧等故即命太陰高弧爲二十六度五十八分二十八秒

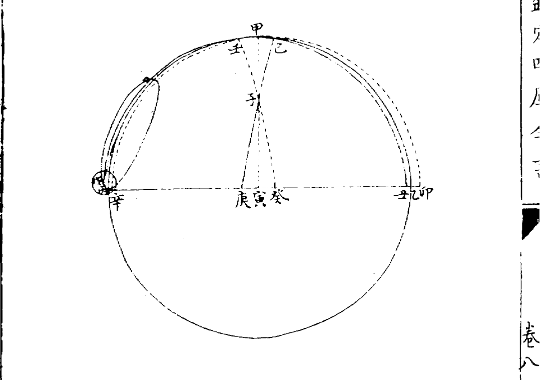


也此太陰距黄平象限西而在中交前後應以黄道高弧交角加黄白交角為白道高弧交角因加過九十度即知太陰過白平象限東若黄道高弧交角加黄白交角適足九十度即知太陰正當白平象限而無距度凡黄道高弧交角

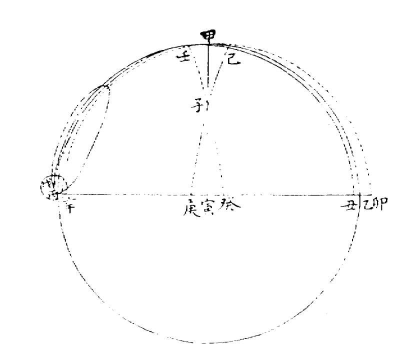


如黄白交角適足九十度或過九十度者做此

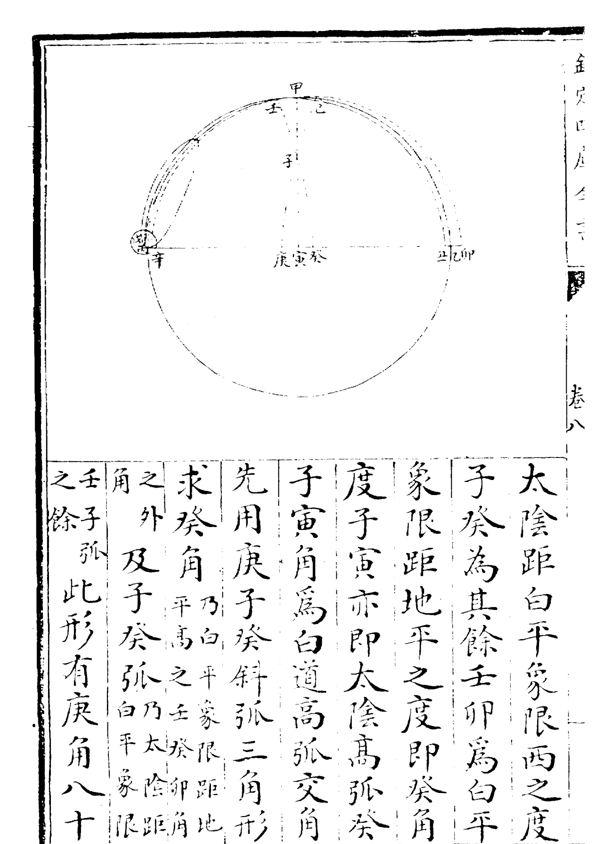
設赤極二十三度以下為黄平象限近天頂白平象限過天頂北也食甚用時太陽距黄平象限西四十度黄平象限距地平八十七度五十五分太陽高弧四十九度五十七分一十八秒黄道高弧交角



三度一十四分零六秒太陰適當正交無緯度求白平象限諸數如圖甲為天頂甲乙丙丁為子午圈乙丙為地平丁為赤極戊為黄極己庚為黄道己即為黄平象限辛為白極壬癸為白道壬即為白平象限食甚用時太陽在子己子

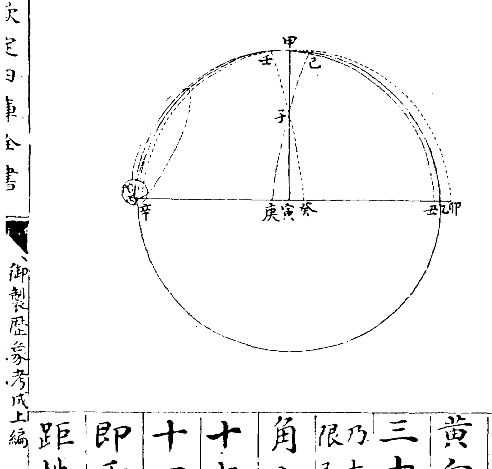


爲太陽距黄平象限西四十度子庚爲其餘己丑爲黄平象限距地平八十七度五十五分即庚角度子寅爲太陽高弧四十九度五十七分一十八秒庚子寅角爲黄道高弧交角三度一十四分零六秒太陰適當正交亦在子壬子爲

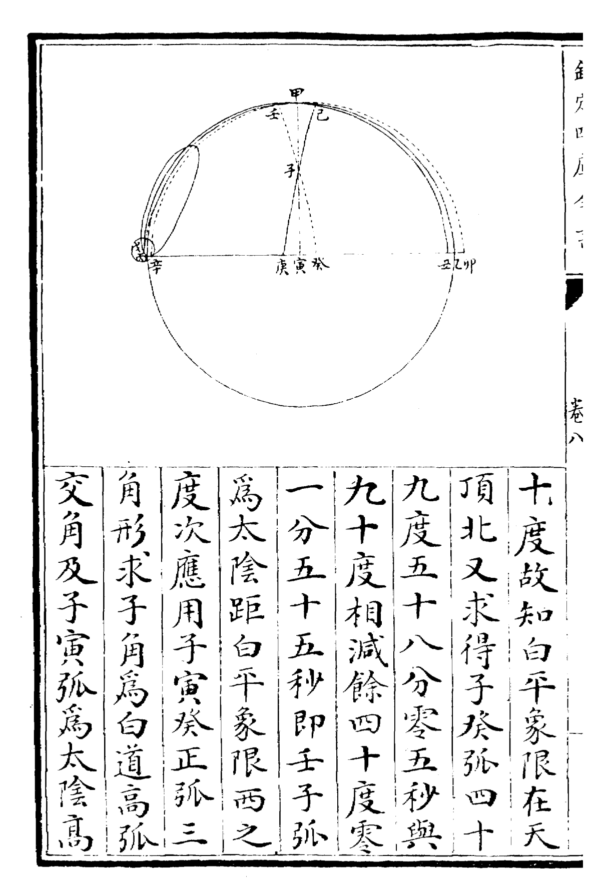


太陰距白平象限西之度子癸為其餘壬卯爲白平象限距地平之度即癸角度子寅亦即太陰高弧癸子寅角爲白道高弧交角

先用庚子癸斜弧三角形求癸角乃白平象限距地平高之壬癸卯角之外角及子癸弧乃太陰距白平象限壬子弧之餘此形有庚角八十

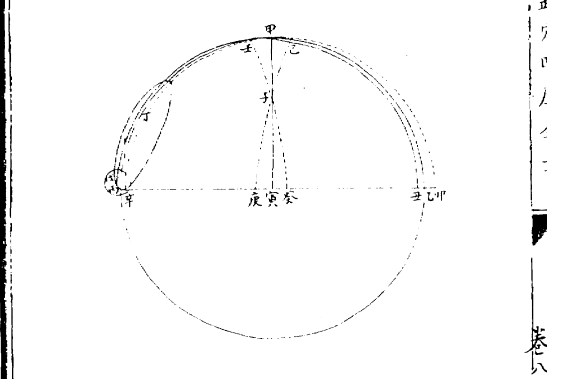


七度五十五分有子角爲黃白交角四度五十八分三十秒有子庚弧五十度乃太陽距黃平象限己子弧之餘求得癸角八十八度五十二分二十七秒與半周相減餘九十一度零七分三十三秒即壬癸卯角爲白平象限距地平之高因其過於九

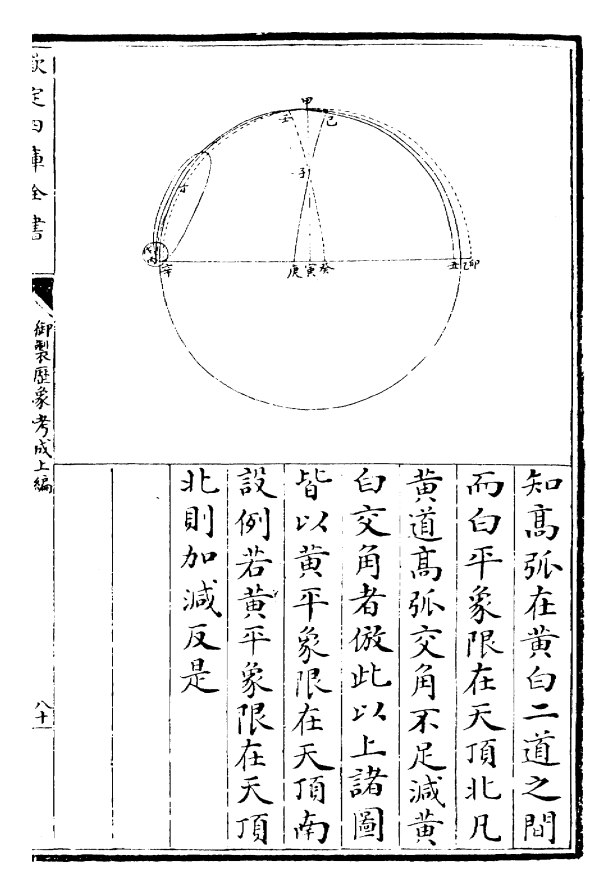


十度故知白平象限在天頂北又求得子癸弧四十九度五十八分零五秒與九十度相減餘四十度零一分五十五秒即壬子弧爲太陰距白平象限西之度次應用子寅癸正弧三角形求子角爲白道高弧交角及子寅弧爲太陰高

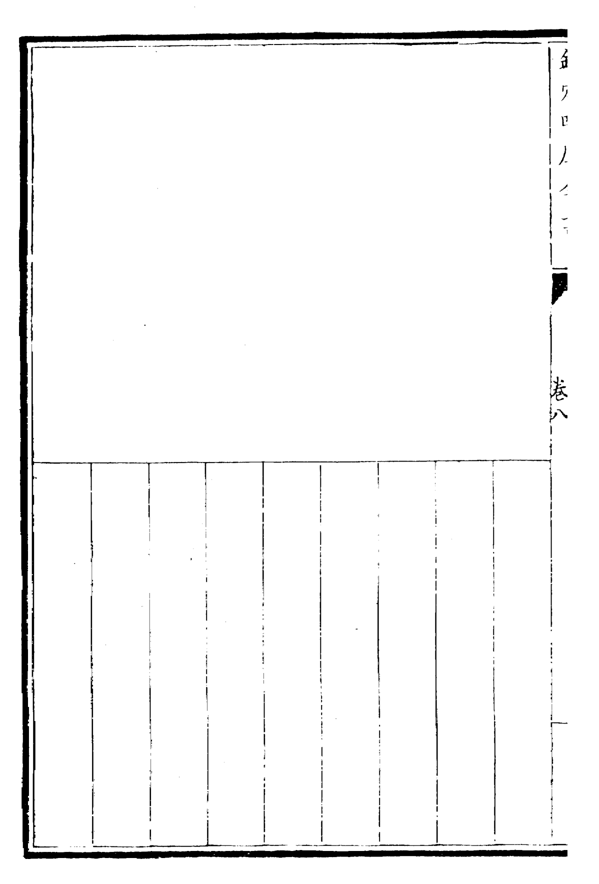
弧然癸子寅角即庚子癸黄白交角内減庚子寅黄道高弧交角之餘故止於庚子癸黄白交角四度五十八分三十秒内減庚子寅黄道高弧交角三度一十四分零六秒餘癸子寅角一度四十四分二十四秒即白道高弧交角又太



陰適當正交與太陽同度太陽高弧即太陰高弧也此太陰距黄平象限西而當正交入陰歷應於黄道高弧交角内減黄白交角餘為白道高弧交角因黄道高弧交角小於黄白交角不足減故於黄白交角内反減黄道高弧交角即

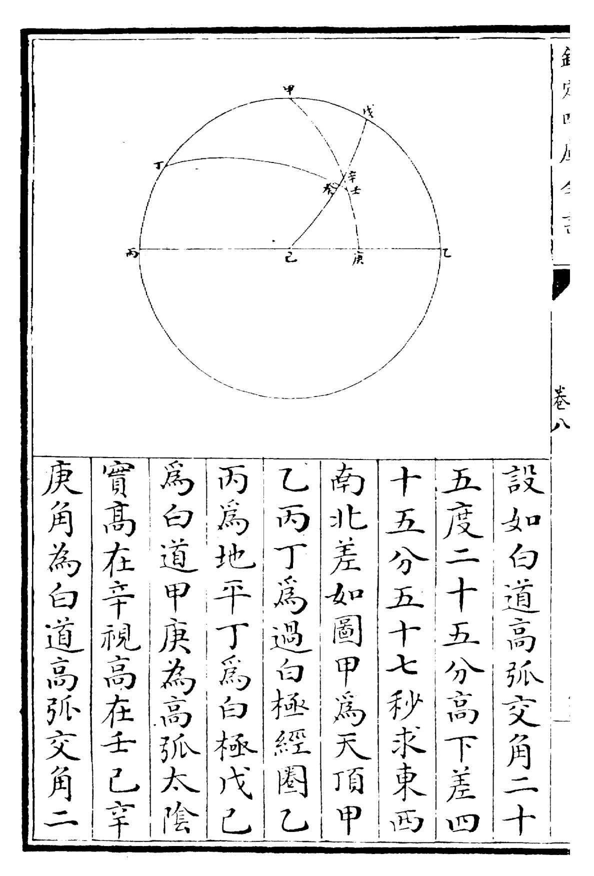


知髙弧在黄白二道之間而白平象限在天頂北凡黄道髙弧交角不足減黄白交角者倣此以上諸圖皆以黄平象限在天頂南設例若黄平象限在天頂北則加減反是

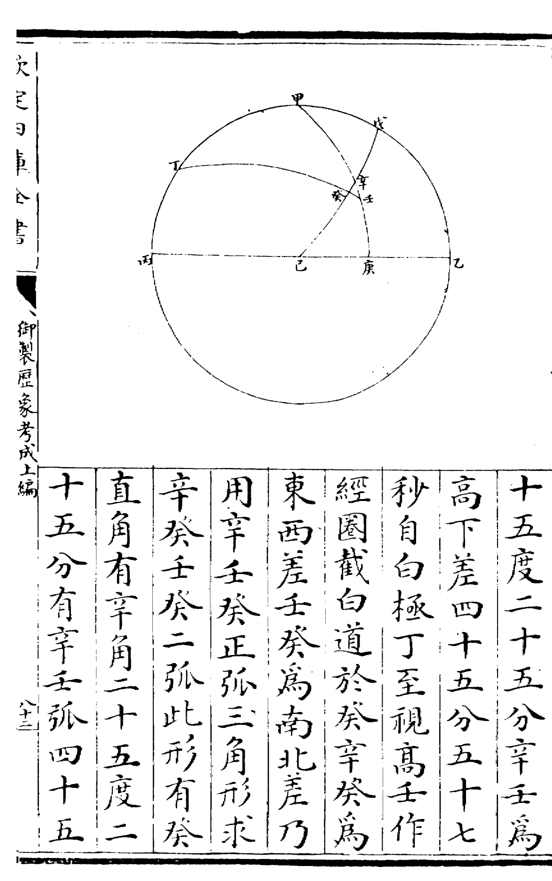


求東西南北差

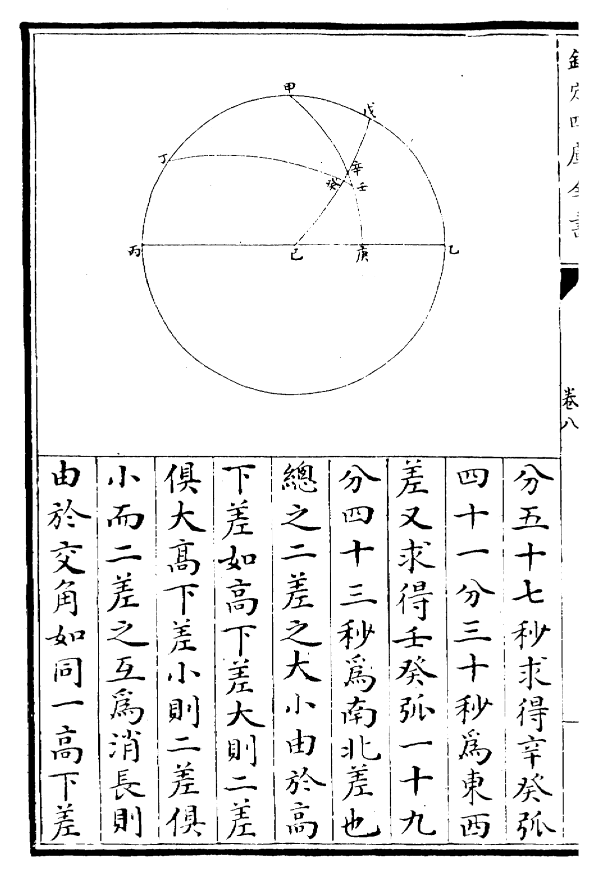
求東西南北二差以白道高弧交角及高下差爲比例葢三差相交成正弧三角形直角恒對高下差交角恒對南北差餘角恒對東西差故以半徑與交角餘弦之比即同於高下差正切與東西差正切之比而半徑與交角正弦之比即同於高下差正弦與南北差正弦之比也然交角雖有九十度而東西南北差止用四十五度前後互爲消長其數相當亦如割圜八線四十五度前後互相爲正餘也



設如白道高弧交角二十五度二十五分高下差四十五分五十七秒求東西南北差如圖甲爲天頂甲乙丙丁爲過白極經圈乙丙爲地平丁爲白極戊己爲白道甲庚爲高弧太陰實高在辛視高在壬己辛庚角爲白道高弧交角二

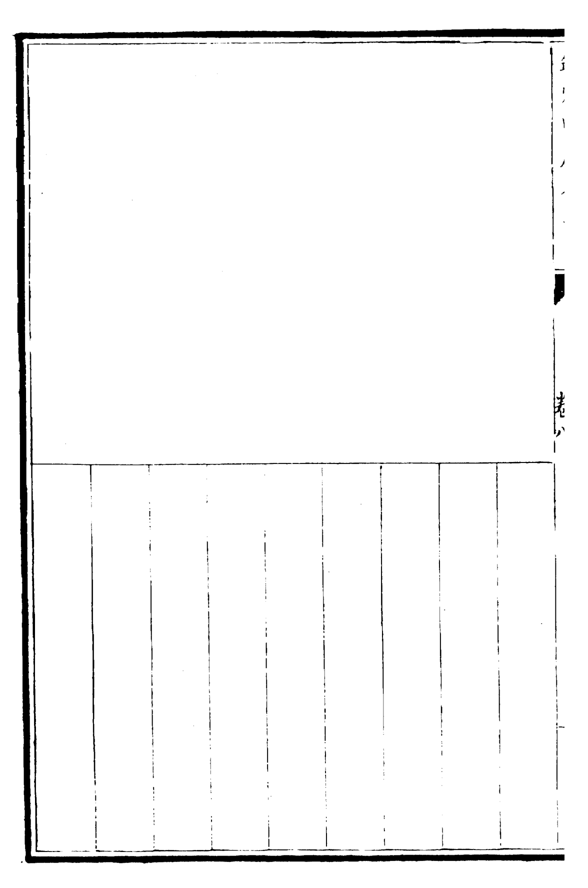


十五度二十五分辛壬爲高下差四十五分五十七秒自白極丁至視高壬作經圈截白道於癸辛癸爲東西差壬癸爲南北差乃用辛壬癸正弧三角形求辛癸壬癸二弧此形有癸直角有辛角二十五度二十五分有辛壬弧四十五



分五十七秒求得辛癸弧四十一分三十秒為東西差又求得壬癸弧一十九分四十三秒為南北差也總之二差之大小由於高下差如高下差大則二差俱大高下差小則二差俱小而二差之互為消長則由於交角如同一高下差

而交角大於餘角則東西差小而南北差大餘角大於交角則東西差大而南北差小故設交角九十度東西南北差止用四十五度前後可以互用如四十度之東西差即五十度之南北差四十度之南北差即五十度之東西差也



求日食食甚用時食甚交周食甚實緯

食甚用時者太陰實行與太陽實行白道同度之時刻食甚交周者食甚用時太陰距交之白道經度而食甚實緯者食甚用時太陰距太陽之白道緯度也太陽距交之黄道經度與太陰距交之白道經度等是爲東西同經即爲實朔其距交之度爲實朔交周然此時太陽與太陰相距猶遠惟自白極過太陽作經圈與白道成直角太陰實經行至此直角之點則與太陽相距最近是爲食甚用時其距交之經度爲

食甚交周其相距之緯度即食甚實緯法以太陽距交黄道度即實朔交周求其相當之白道度即爲食甚交周求其距緯即爲食甚實緯以食甚交周與實朔交周相減餘爲交周升度差以一小時月實行相比得時分加減實朔用時即爲食甚用時既有用時則可以東西差求近時與真時既有實緯則可以南北差求視緯故日食之時刻分秒雖不以用時與實緯而定而實以用時與實緯爲入算之本也

設實朔用時爲申正一刻

九分四十七秒實朔交周過正交後一十二度一小時月實行為三十三分求食甚用時及食甚交周食甚實緯如圖甲乙為黄道甲丙為白道甲為正交甲戊為實朔交周過正交後一十二度與甲丁等戊點為實朔用時之度己點為

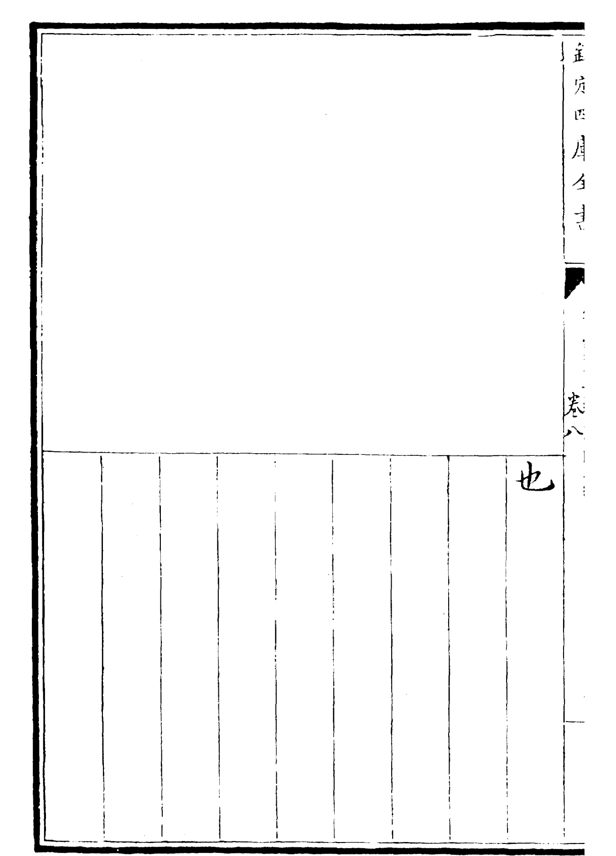
食甚用時之度甲己爲食甚交周丁己爲食甚實緯乃用甲丁己正弧三角形求甲己丁己二弧此形有己直角有甲角爲黄白交角四度五十八分三十秒有甲丁弧一十二度與甲戊實朔交周等求得甲己弧一十一度五十七分二

十二秒為食甚交周又求得丁己弧一度零一分五十九秒為食甚實緯以甲己食甚交周與甲戊實朔交周相減餘戊己二分三十八秒為交周升度差乃以一小時月實行三十三分與一小時六十分之比即同於戊己交周升度差

乙 丁 丙 戊己 甲

二分三十八秒與食甚距實朔四分四十七秒之比而得戊己交周升度差所變時分因於實朔用時申正一刻九分四十七秒內減四分四十七秒得申正一刻五分即食甚用時也此食甚在兩交後太陰由甲向丙而甲戊實朔交周

度多甲己食甚交周度少故以戊點實朔用時減戊己交周升度差所變時分爲食甚用時若食甚在丙交前太陰由丙向甲而丙戊實朔交周度少丙己食甚交周度多則於戊點實朔用時加戊己交周升度差所變時分爲食甚用時

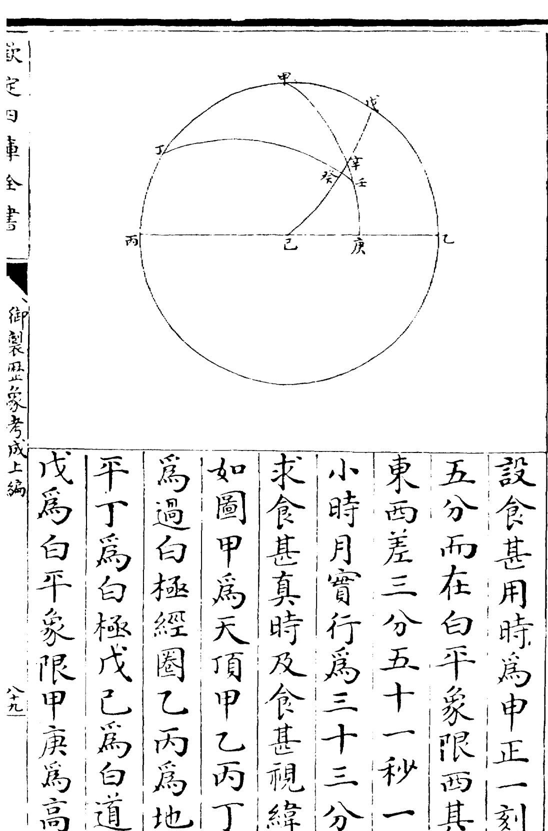


也

求日食食甚真時及食甚視緯

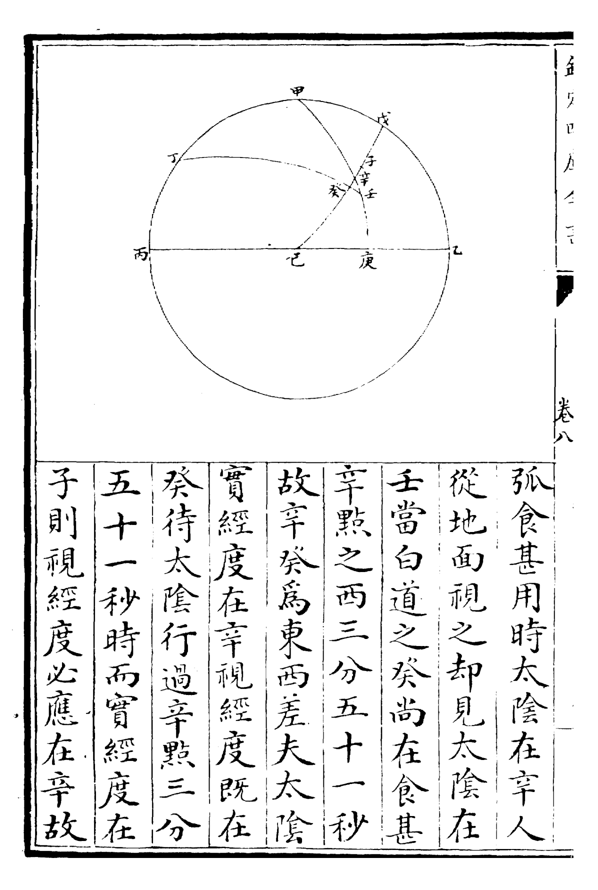
日食食甚時刻必以東西差加減用時方爲真時而東西差之時分最爲難定葢太陰因視差之故其行度時時不同若以實行比例加減用時而其時又有東西差必不與用時之東西差相等自人視之或在食甚前或在食甚後猶非食甚真時也故欲定東西差之時分必以視行爲比例其法以一小時月實行與一小時之比即同於用時東西差與近時距分之比以加減食甚用時爲食甚近時太陰在白平象限西則加在白平象

限東則減又以近時求得東西差與用時之東西差相較得差分以加減用時東西差爲食甚視行用時之東西差小近時之東西差大則以差分減用時之東西差大近時之東西差小則以差分加或以用時之東西差倍之減近時之東西差所得亦同乃以食甚視行與近時距分之比即同於用時東西差與真時距分之比以加減食甚用時即爲食甚真時也既得食甚真時則以真時求得南北差與食甚實緯相加減即得食甚視緯矣白平象限在天頂南者實緯在黃道南則加南北差而視緯仍爲南實緯在黃道北則減南北差而視緯仍爲北若實緯不足減南北差則反減而視緯即變爲南白平象限在天頂北者反是

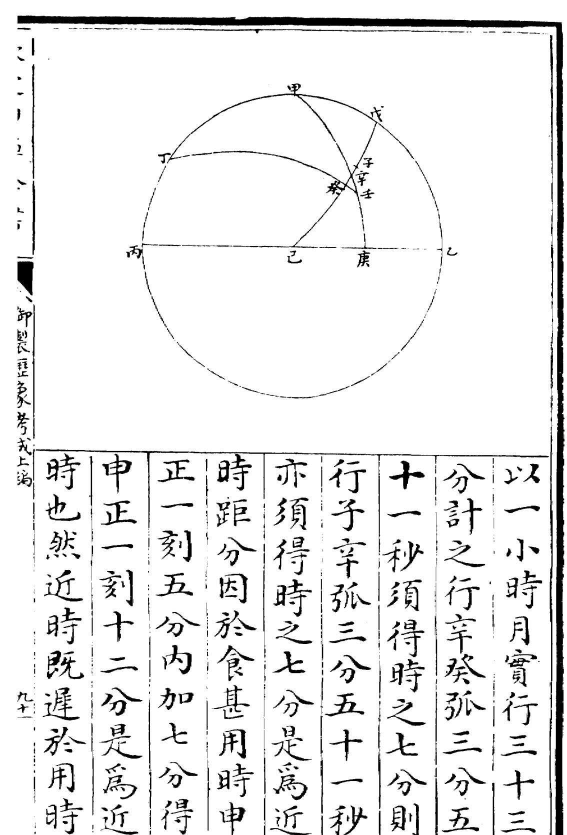


設食甚用時爲申正一刻五分而在白平象限西其東西差三分五十一秒一小時月實行爲三十三分求食甚真時及食甚視緯

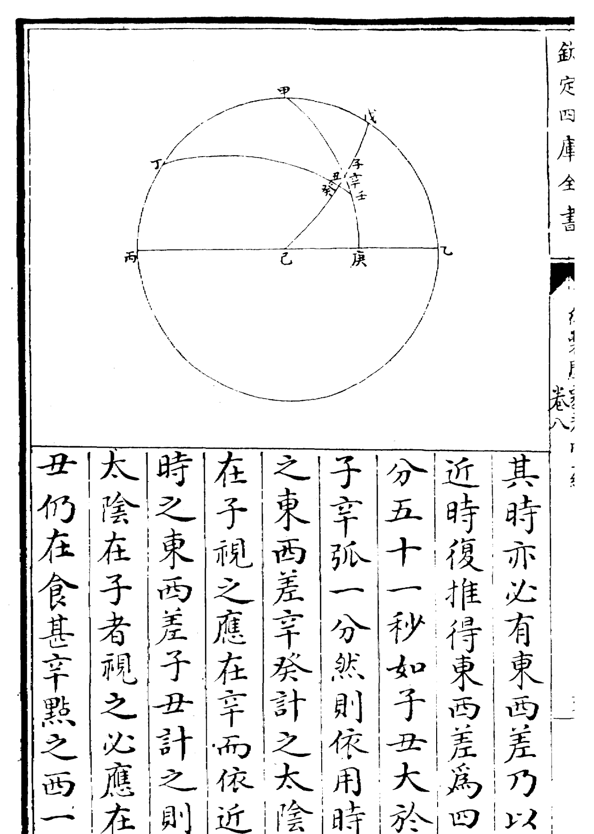
如圖甲爲天頂甲乙丙丁爲過白極經圈乙丙爲地平丁爲白極戊己爲白道戊爲白平象限甲庚爲高



弧食甚用時太陰在辛人從地面視之却見太陰在壬當白道之癸尚在食甚辛點之西三分五十一秒故辛癸爲東西差夫太陰實經度在辛視經度既在癸待太陰行過辛點三分五十一秒時而實經度在子則視經度必應在辛故

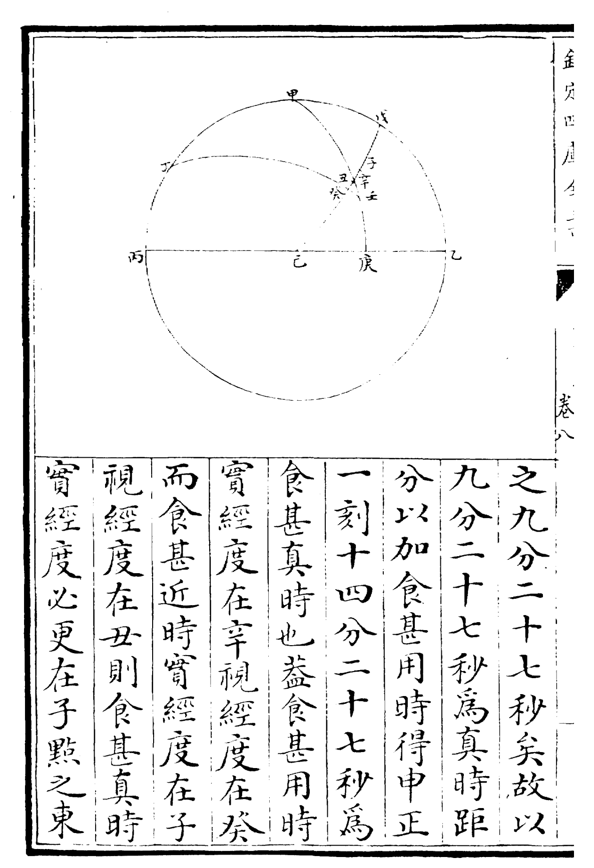


以一小時月實行三十三分計之行辛癸弧三分五十一秒須得時之七分則行子辛弧三分五十一秒亦須得時之七分是爲近時距分因於食甚用時申正一刻五分內加七分得申正一刻十二分是爲近時也然近時既遲於用時



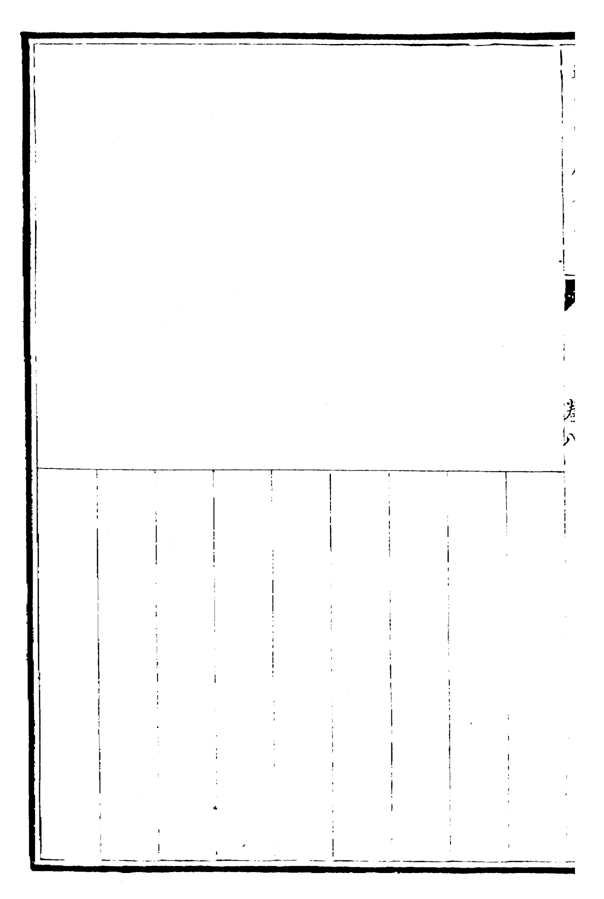
其時亦必有東西差乃以近時復推得東西差爲四分五十一秒如子丑大於子辛弧一分然則依用時之東西差辛癸計之太陰在子視之應在辛而依近時之東西差子丑計之則太陰在子者視之必應在丑仍在食甚辛點之西一

分如辛丑是自食甚用時至食甚近時止見太陰行丑癸之度故以辛丑爲差分以減用時之東西差辛癸三分五十一秒餘丑癸二分五十一秒爲視行夫行丑癸弧二分五十一秒既須時之七分則行辛癸弧三分五十一秒必須時



之九分二十七秒矣故以九分二十七秒為真時距分以加食甚用時得申正一刻十四分二十七秒為食甚真時也葢食甚用時實經度在癸視經度在辛視經度在癸而食甚近時實經度在子視經度在丑則食甚真時實經度必更在子點之東

如寅人從地面視之却見太陰在卯其視經度正當食甚白道之辛故太陰行至寅點方爲食甚真時乃以真時推得辛卯南北差爲太陰白道緯差以加減白道實緯即爲太陰距太陽之視緯也



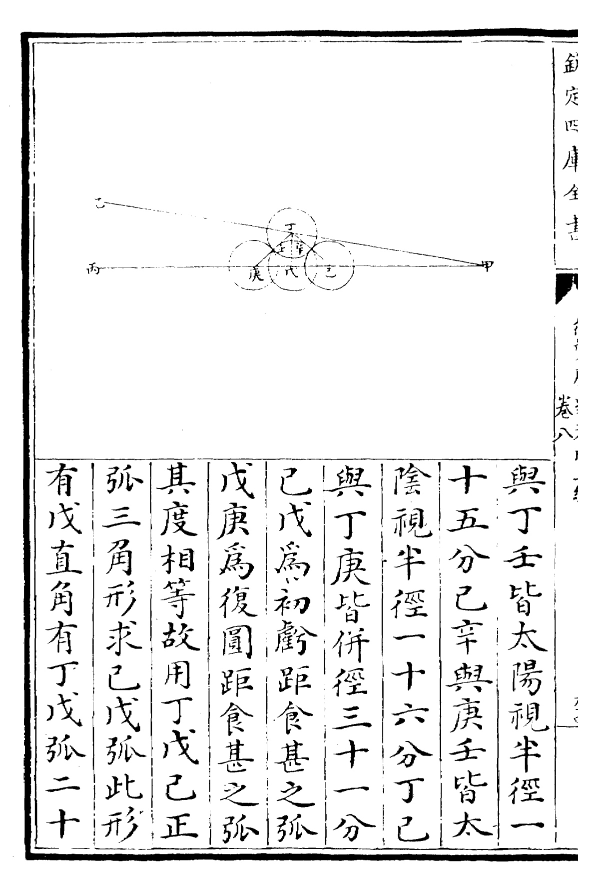
求日食初虧復圓用時

欲求初虧復圓距食甚之時刻必先求初虧復圓距食甚之弧度其法以視緯爲一邊以太陽太陰兩視半徑相併爲一邊以視緯交白道之角爲直角用正弧三角形求得初虧距食甚之弧亦即復圓距食甚之弧其理與月食同但月食初虧復圓距食甚之弧度等而時刻亦等日食因視差之故常變實行爲視行其初虧復圓距食甚之弧度雖等而時刻則不等然不等者視行也而相等者實行也非先以實行求

其相等之時刻無以求東西差而得視行故以一小時月實行與一小時之比即同於初虧復圓距食甚之度與初虧復圓距食甚時分之比以減食甚真時為初虧用時以加食甚真時為復圓用時既有初虧復圓用時則可以求初虧復圓真時故日食初虧復圓時刻雖不以用時為定而實以用時為入算之本也

設食甚真時為申初初刻七分食甚視緯二十分太

陽視半徑一十五分太陰視半徑一十六分一小時月實行爲三十三分求初虧復圓用時如圖甲乙爲黃道甲丙爲白道丁爲太陽丁戊爲食甚視緯二十分食甚時太陰視經在戊初虧時太陰視經在己復圓時太陰視經在庚丁辛

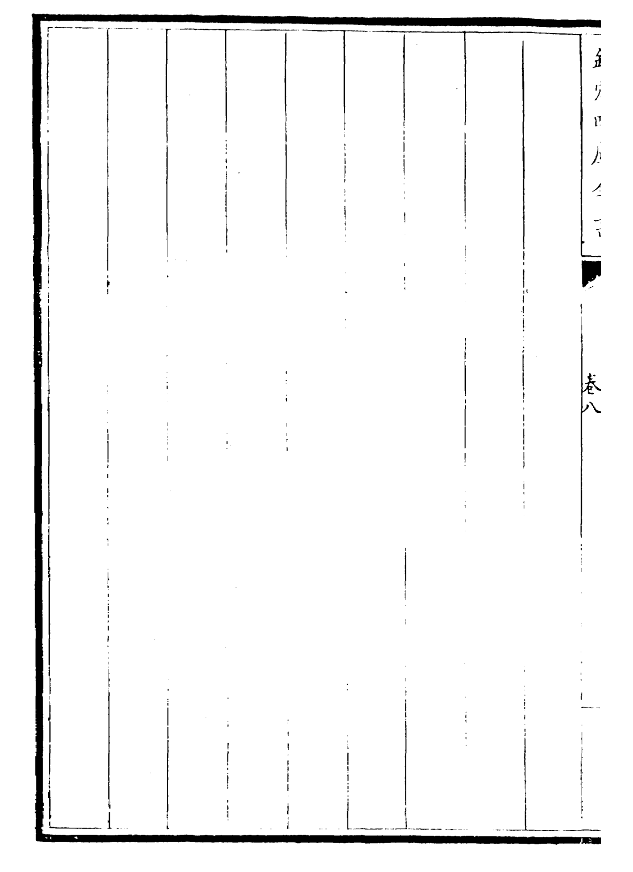


與丁壬皆太陽視半徑一十五分己辛與庚壬皆太陰視半徑一十六分丁己與丁庚皆併徑三十一分己戊為初虧距食甚之弧戊庚為復圓距食甚之弧其度相等故用丁戊己正弧三角形求己戊弧此形有戊直角有丁戊弧二十

分有丁己弧三十一分求得己戊弧二十三分四十一秒為初虧距食甚之度亦即復圓距食甚之度也但己戊與戊庚之度雖等而太陰行此度之時刻則不等故先以一小時月實行三十三分與一小時六十分之比即同於己戊或

戊庚二十三分四十一秒與初虧復圓距食甚時分四十四分二十四秒之比而得己戊或戊庚所變時分因於食甚真時申初初刻七分内減四十四分二十四秒得未正一刻七分三十六秒即初虧用時於食甚真時申初初刻七分

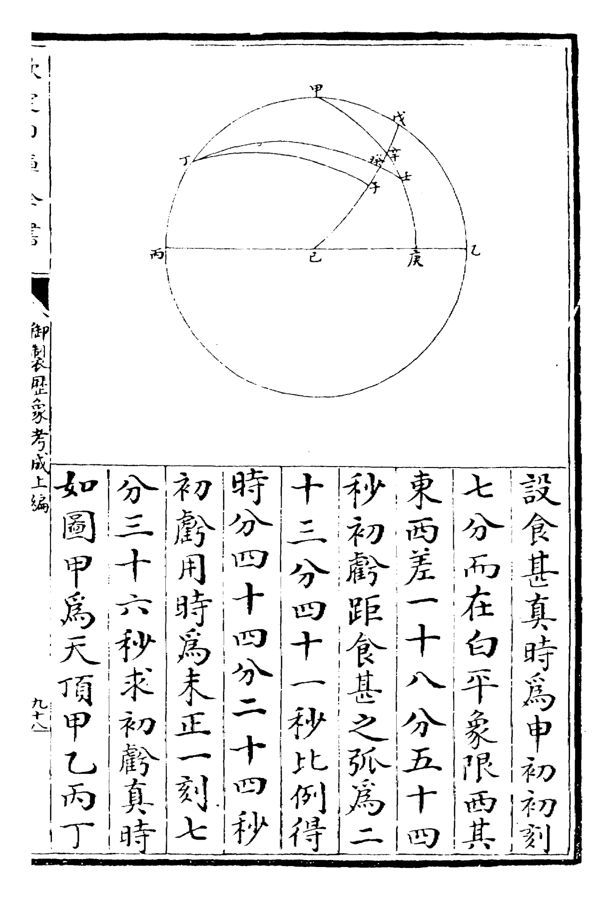
加四十四分二十四秒得申初三刻六分二十四秒即復圓用時也



求日食初虧復圓真時

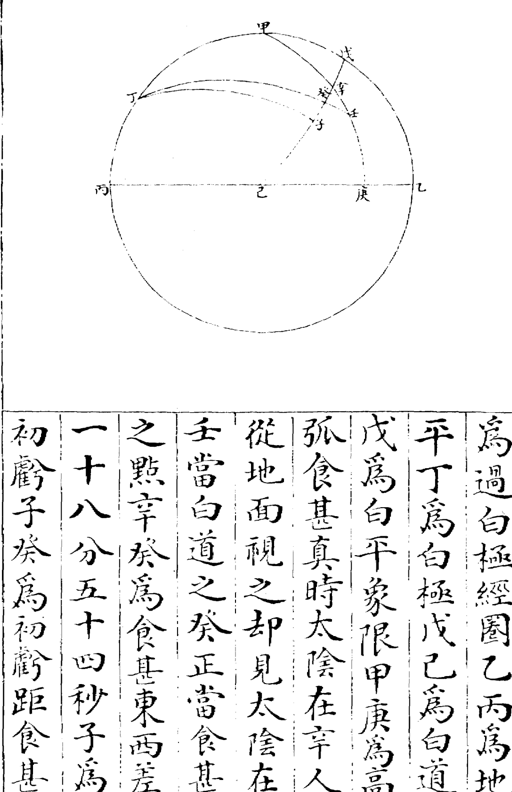
日食初虧復圓真時即以初虧復圓用時求之而得與求食甚真時又用近時者不同葢食甚已有東西差則可相較得視行以爲比例也其法以初虧復圓兩用時各按法求其東西差同限者以其東西差與食甚之東西差相減爲差分以加減初虧復圓距食甚之度爲初虧復圓時視行異限者以其東西差與食甚之東西差相併爲差分以減初虧復圓距食甚之度爲初虧復圓時視行初虧與食甚同在白平象限東而初虧東西差大於

食甚東西差則以初虧差分減初虧東西差小於食甚東西差則以初虧差分加若初虧與食甚同在白平象限西則加減反是復圓與食甚同在白平象限東西復圓東西差大於食甚東西差則以復圓差分加復圓東西差小於食甚東西差則以復圓差分減若復圓與食甚同在白平象限西則加減反是若初虧在限東食甚在限西或食甚在限東復圓在限西則俱以差分減乃以初虧視行與初虧用時距食甚時分之比即同於初虧距食甚之度與初虧真時距食甚時分之比以減食甚真時即爲初虧真時以復圓視行與復圓用時距食甚時分之比即同於復圓距食甚之度與復圓真時距食甚時分之比以加食甚真時即爲復圓真時也

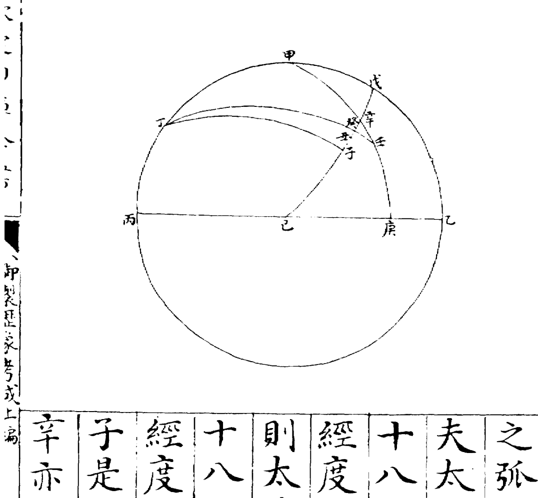


設食甚真時爲申初初刻七分而在白平象限西其東西差一十八分五十四秒初虧距食甚之弧爲二十三分四十一秒比例得時分四十四分二十四秒初虧用時爲未正一刻七分三十六秒求初虧真時

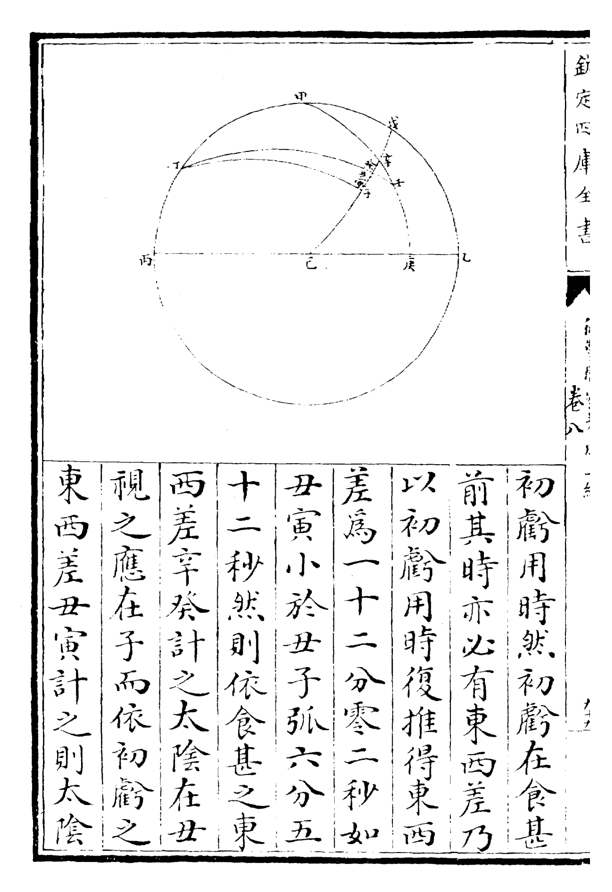
如圖甲爲天頂甲乙丙丁



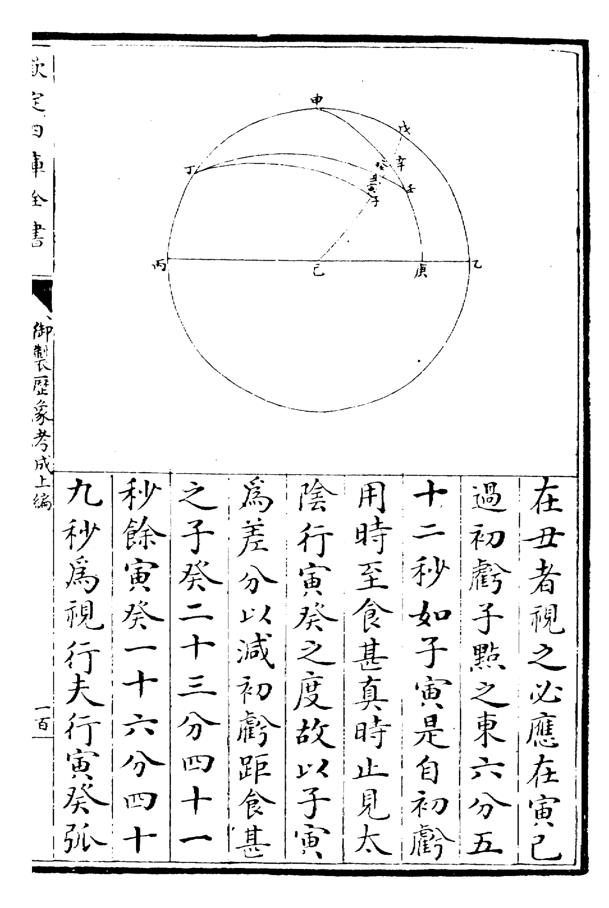
為過白極經圈乙丙為地平丁為白極戊己為白道戊為白平象限甲庚為高弧食甚真時太陰在辛人從地面視之却見太陰在壬當白道之癸正當食甚之點辛癸為食甚東西差一十八分五十四秒子為初虧子癸為初虧距食甚



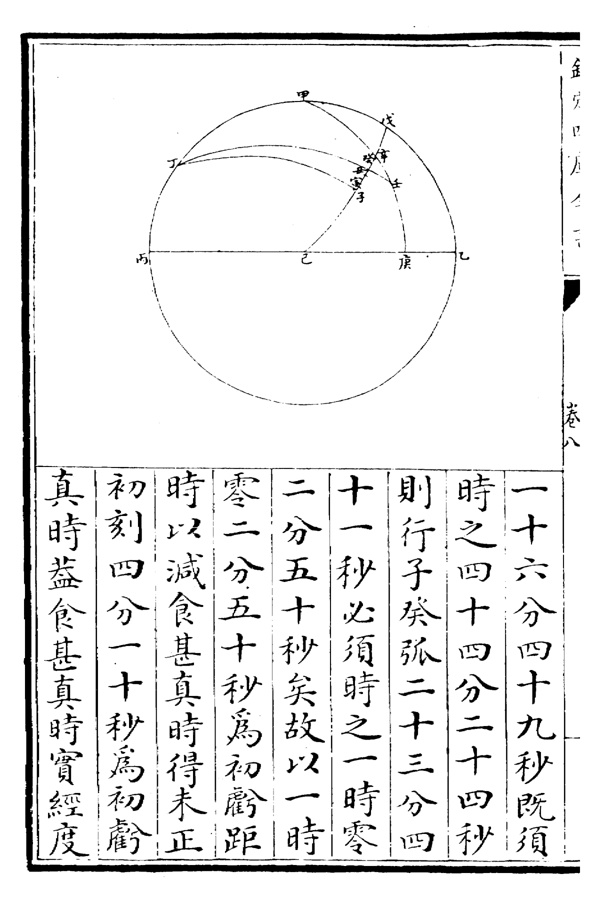
之弧二十三分四十一秒夫太陰行過食甚癸點一十八分五十四秒時而實經度在辛視經度既在癸則太陰行過初虧子點一十八分五十四秒時而實經度在丑視經度必應在子是故丑子與辛癸等丑辛亦與子癸等丑點即爲



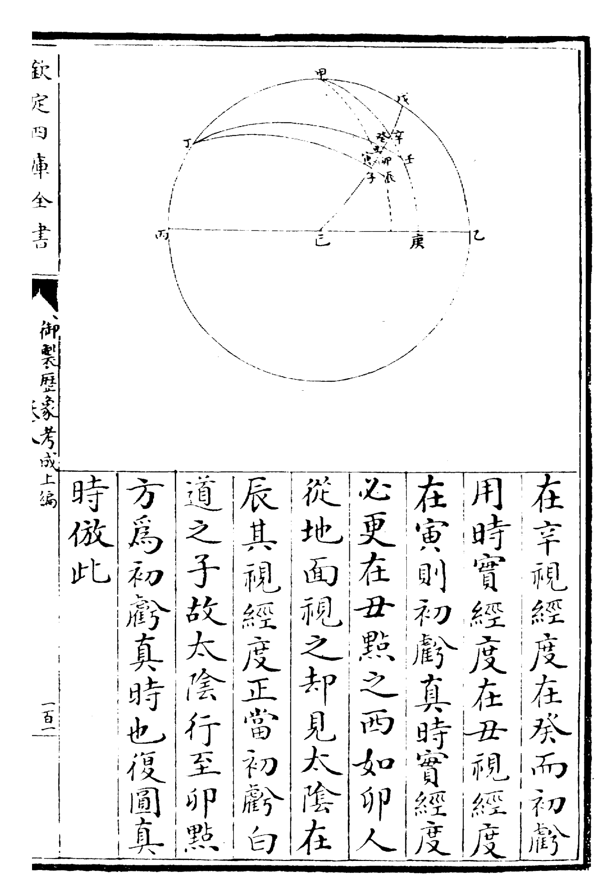
初虧用時然初虧在食甚前其時亦必有東西差乃以初虧用時復推得東西差為一十二分零二秒如丑寅小於丑子弧六分五十二秒然則依食甚之東西差辛癸計之太陰在丑視之應在子而依初虧之東西差丑寅計之則太陰



在丑者視之必應在寅已過初虧子點之東六分五十二秒如子寅是自初虧用時至食甚真時止見太陰行寅癸之度故以子寅爲差分以減初虧距食甚之子癸二十三分四十一秒餘寅癸一十六分四十九秒爲視行夫行寅癸弧



一十六分四十九秒既須時之四十四分二十四秒則行子癸弧二十三分四十一秒必須時之一時零二分五十秒矣故以一時零二分五十秒為初虧距時以減食甚真時得未正初刻四分一十秒為初虧真時蓋食甚真時實經度

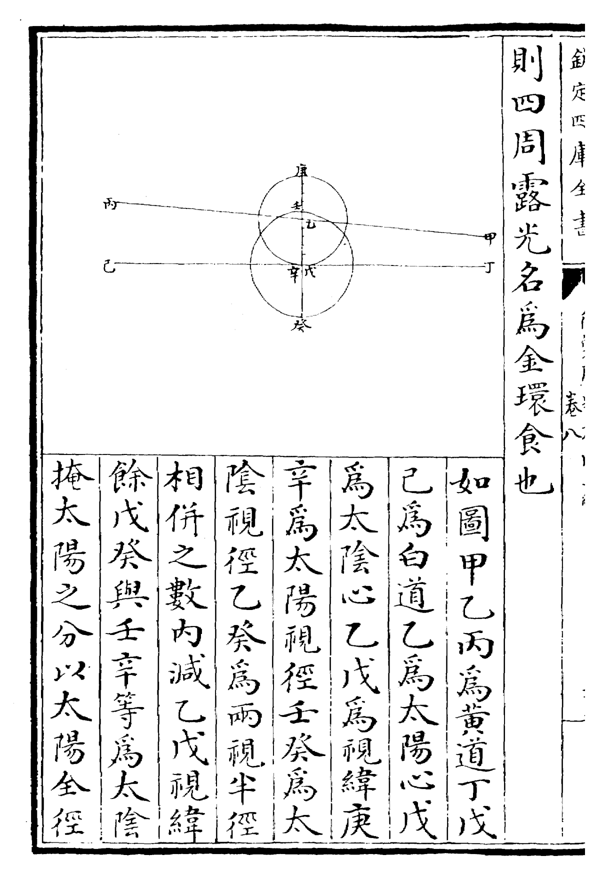


在辛視經度在癸而初虧用時實經度在丑視經度在寅則初虧真時實經度必更在丑㸃之西如卯人從地面視之却見太陰在辰其視經度正當初虧白道之子故太陰行至卯㸃方爲初虧真時也復圓真時倣此

日食分秒

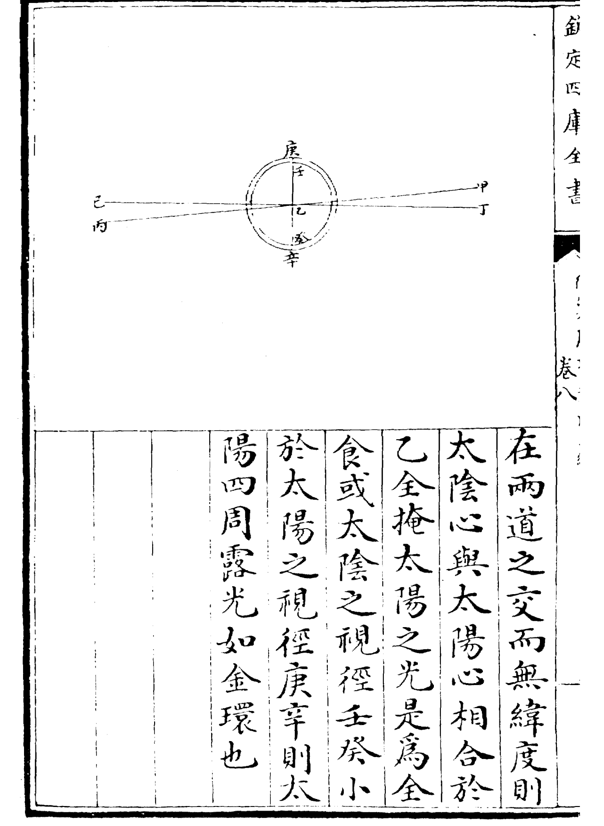
日食分秒以太陽與太陰兩視半徑相併內減食甚視緯餘爲兩體相掩之分乃命太陽視徑爲十分以視徑度分與十分之比卽同於減餘度分與十分中幾分之比而得食分爲太陽視徑十分中之幾分也或食甚視緯大於併徑則兩周不相切爲不食食甚視緯僅與併徑等則兩周相切而不相掩亦爲不食或太陰正當黃道而無食甚視緯卽以併徑爲食分兩心相掩是爲全食若遇太陰視徑小於太陽視徑

則四周露光名爲金環食也



如圖甲乙丙爲黃道丁戊己爲白道乙爲太陽心戊爲太陰心乙戊爲視緯庚辛爲太陽視徑壬癸爲太陰視徑乙癸爲兩視半徑相併之數內減乙戊視緯餘戊癸與壬辛等爲太陰掩太陽之分以太陽全徑

庚辛作十分計之則壬辛得五分有餘爲食分也又如庚辛爲太陽視徑壬癸爲太陰視徑乙戊爲視緯與乙辛壬戊兩視半徑相併之數等則太陰與太陽兩周相切而不相掩其視緯大於併徑者則愈不相掩矣又如太陰視經度正



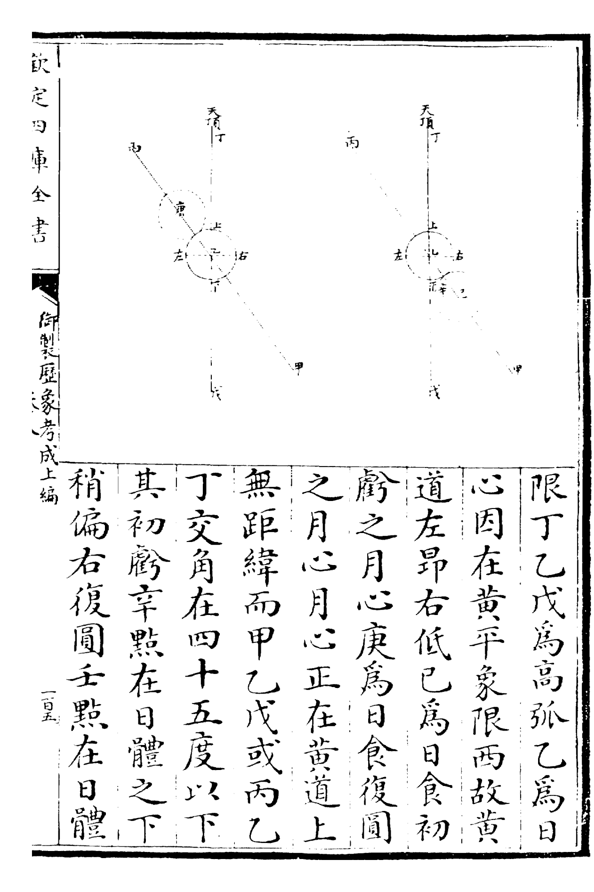
在兩道之交而無緯度則太陰心與太陽心相合於乙全掩太陽之光是為全食或太陰之視徑壬癸小於太陽之視徑庚辛則太陽四周露光如金環也

定日食方位

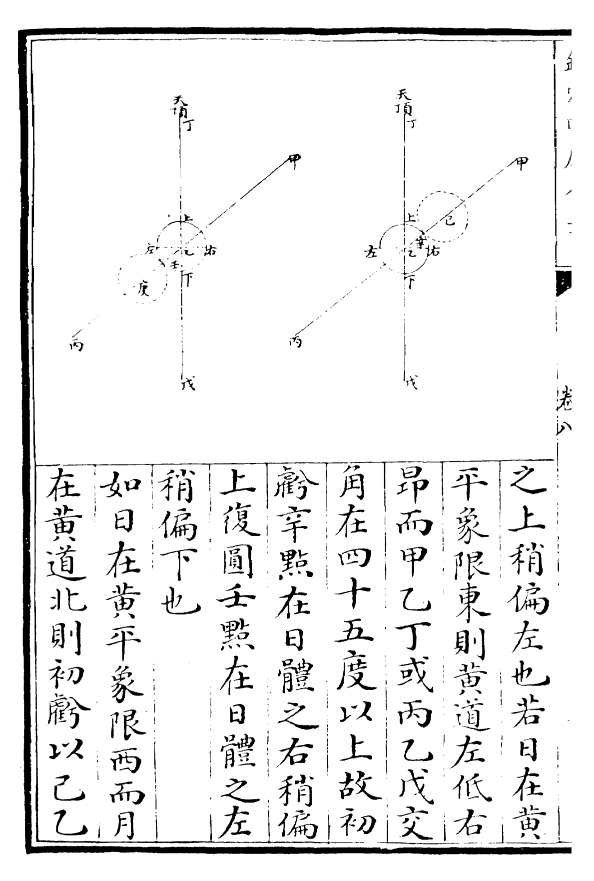
曆来曆書定日食初虧復圓方位月在黄道北初虧西北復圓東北月在黄道南初虧西南復圓東南食八分以上初虧正西復圓正東此東西南北主黄道之經緯言與人目所見地平經度之東西南北頗不相合故今亦如月食之法定初虧復圓之㸃在日體之上下左右乃於仰觀爲親切也其法亦從天頂作高弧過日心至地平即分日體爲左右兩半周又平分爲上下兩象限即成左上左下右上右下四象限

乃視月距黃道之南北距黃平象限之東西及交角之大小而初虧復圓之點可定矣如月在黃道上無緯度又在黃平象限上而交角滿九十度則初虧正右復圓正左在黃平象限西而交角在四十五度以上則初虧右稍偏下復圓左稍偏上交角在四十五度以下則初虧下稍偏右復圓上稍偏左在黃平象限東者反是若月在交前後有距緯則必求緯差角與交角相加減為定交角然後可定其上下左右也

如圖甲乙丙為黃道一象

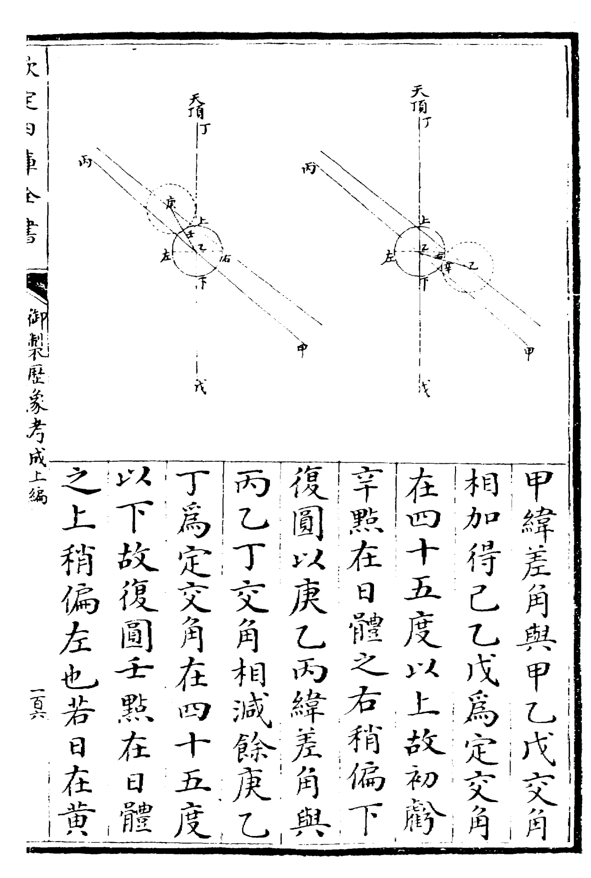


限丁乙戊為高弧乙為日心因在黄平象限西故黄道左昂右低已為日食初虧之月心庚為日食復圓之月心月心正在黄道上無距緯而甲乙戊或丙乙丁交角在四十五度以下其初虧辛點在日體之下稍偏右復圓壬點在日體

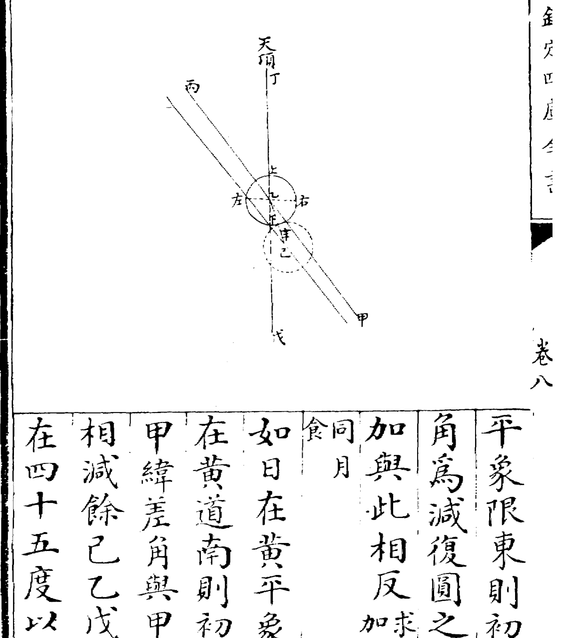


之上稍偏左也若日在黃平象限東則黃道左低右昂而甲乙丁或丙乙戊交角在四十五度以上故初虧辛點在日體之右稍偏上復圓壬點在日體之左稍偏下也

如日在黃平象限西而月在黃道北則初虧以己乙



甲緯差角與甲乙戊交角相加得乙乙戊為定交角在四十五度以上故初虧辛點在日體之右稍偏下復圓以庚乙丙緯差角與丙乙丁交角相減餘庚乙丁為定交角在四十五度以下故復圓壬點在日體之上稍偏左也若日在黄



平象限東則初虧之緯差角為減復圓之緯差角為加與此相反求緯差角與加減之法並同月食

如日在黃平象限西而月在黃道南則初虧以己乙甲緯差角與甲乙戊交角相減餘己乙戊為定交角在四十五度以下故初虧

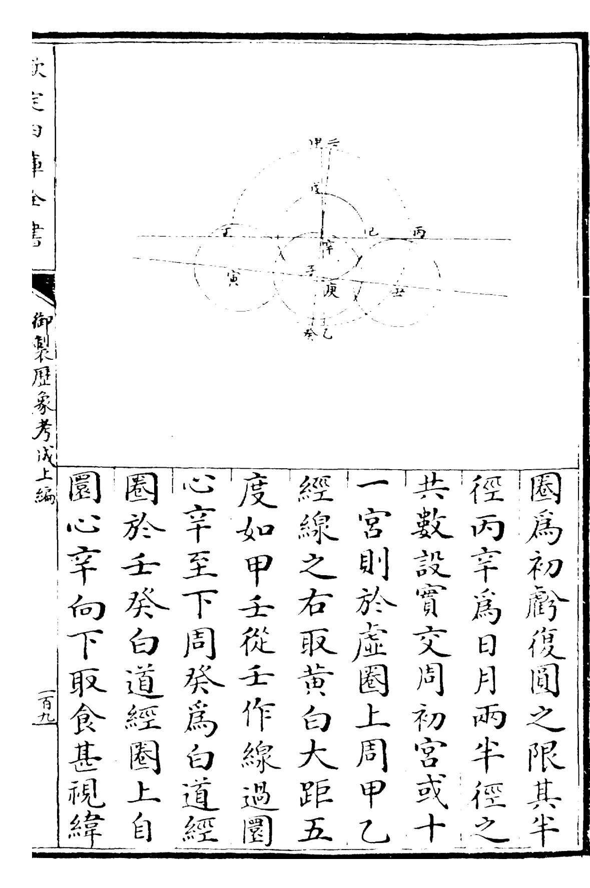
辛點在日體之下稍偏右復圓以庚乙丙緯差角與丙乙丁交角相加得庚乙丁為定交角在四十五度以上故復圓壬點在日體之左稍偏上也若日在黄平象限東則初虧之緯差角為加復圓之緯差角為減與此相反

繪日食圖

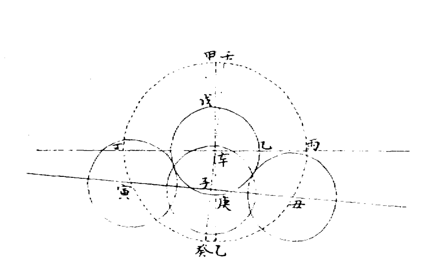
凡繪日食圖先作横竪二線直角相交横線當黄道竪線當黄道經圈用日半徑爲度於中心作圜以當日體又以日月兩半徑相併爲度作虚圈爲初虧復圓之限次視實交周係初宫十一宫則於虚圈上周黄經線右取黄白大距五度作識實交周係五宫六宫則於虚圈上周黄經線左取黄白大距五度作識乃自所識作線過圜心至虚圈下周即爲白道經圈於此線上自圜心取食甚視緯度作識即食甚時月

心所在從此作横線與白道經圏相交成直角即爲白道而白道與虛圏右周相割之㸃即初虧時月心所在白道與虛圏左周相割之㸃即復圓時月心所在也末以初虧食甚復圓三㸃各爲心月半徑爲度各作一圜以當月體即初虧食甚復圓之象宛然在目矣

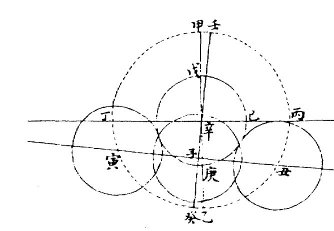
如圖甲乙竪線如黄道經圏丙丁横線如黄道戊己庚圏如日體甲丙乙丁虛



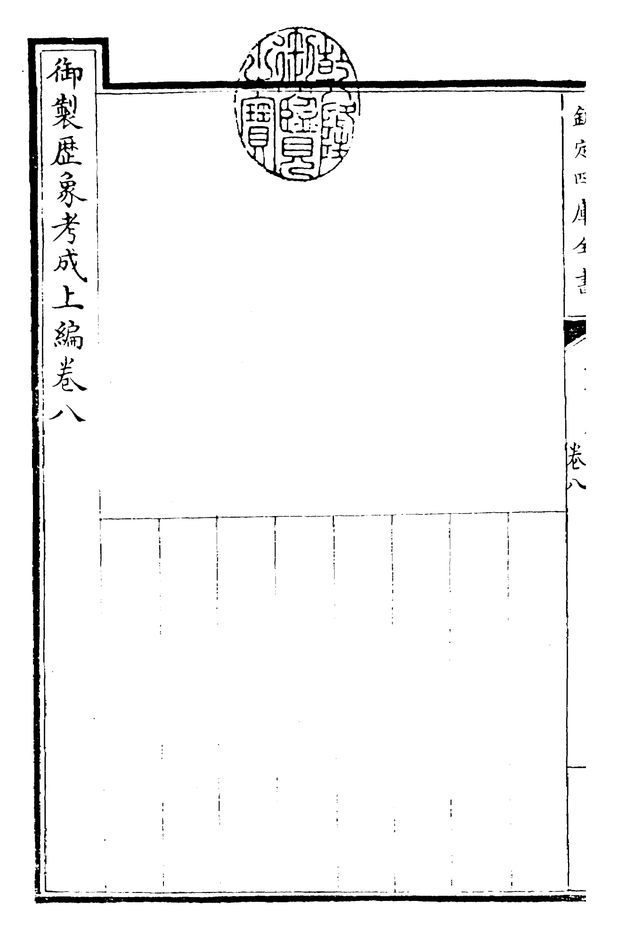
圈爲初虧復圓之限其半徑丙辛爲日月兩半徑之共數設實交周初宮或十一宮則於虛圈上周甲乙經線之右取黃白大距五度如甲壬從壬作線過圜心辛至下周癸爲白道經圈於壬癸白道經圈上自圜心辛向下取食甚視緯



度如辛子此子點即食甚時月心所在也此以實交周十一宮為例其緯在南故自圜心辛向下取子點若實交周是初宮其緯在北則自圜心辛向上取子點乃從子取直角作丑寅線與壬癸白道經圈相交即為白道而白道割虛圈右周丑點為初虧限割左周寅點為復圓限以丑子寅三



點各爲心月半徑爲度作圜以象月體即見月心至丑其周切日日體將缺是爲初虧從丑至子掩日最大是爲食甚從子至寅月已離日日光全滿是爲復圓也



御製歷象考成上編卷八

總校官進士臣胡　榮

校對官中官正臣郭長發

謄録監生臣郭洽怡

繪録監生臣臧禹汲